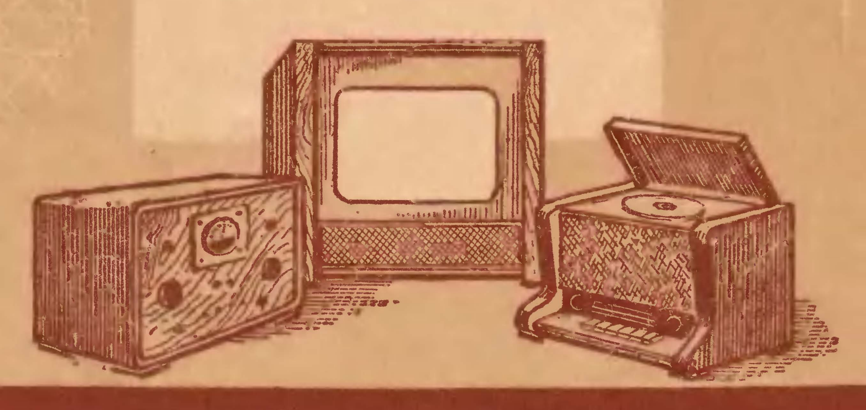
ВСЕСОЮЗНОЕ ДОБРОВОЛЬНОЕ ОБЩЕСТВО
СОДЕЙСТВИЯ АРМИИ АВИАЦИИ и ФЛОТУ

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

ВЫПУСК

8



ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ • МОСКВА – 1959

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Выпуск 8

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
Москва — 1959

В целях облегчения радиолюбителям самостоятельной работы по конструированию и сборке различной радиоаппаратуры Издательство ДОСААФ совместно с Центральным радио клубом ДОСААФ продолжает выпуск сборников консультационных материалов.

В этих сборниках даются описания любительских конструкций приемной, звукозаписывающей, усилительной, измерительной, телевизионной, КВ и УКВ аппаратуры, а также различные справочные и расчетные материалы

Сборники рассчитаны на широкие круги радиолюбителей

ЛЮБИТЕЛЬСКИЙ ПЕРЕНОСНЫЙ МАГНИТОФОН

А. Трубицын

При разработке магнитофона автор конструкции стремился создать аппарат, удобный в эксплуатации и в то же время легкий и портативный Поскольку сейчас имеется достаточный выбор электродвигателей, пригодных для магнитофона, автор отказался от одномоторной конструкции лентопротяжного механизма. При использовании трех электродвигателей лентопротяжный механизм имеет значительно меньшее число деталей, требующих токарной и слесарной обработки, и обеспечивает безотказную работу устройства

В магнитофоне применены наиболее удобные для радиолюбительских аппаратов скорости движения ленты: 190,5 и 95,3 *мм/сек*. Переход с одной скорости на другую осуществляется сменой насадок на ведущем валу

Кассеты для ферромагнитной ленты имеют диаметр 127 *мм*. Они вмещают 200 *м* ленты Запись двухдорожечная, что обеспечивает возможность записи музыкальных передач (осуществляется при скорости 190,5 *мм/сек)* в течение 36 мин., а записи речи (95,3 *мм/сек*) — до 72 мин.

Предусмотрена возможность ручного в любом месте и автоматического (в конце ленты) переключения направления движения ленты при переходе с одной звуковой дорожки на другую. При перемотке ленты, а также при выключении аппарата лента отводится от головок, а прижимной ролик — от ведущего ролика.

Полоса воспроизводимых частот при скорости 190,5 *мм/сек* 150—5000 *гц*

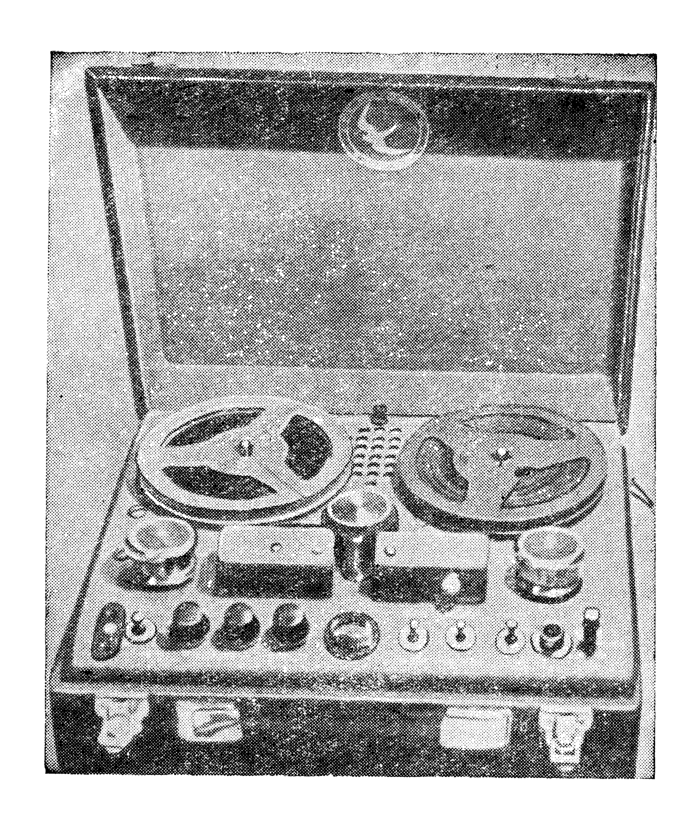


Рис. 1 Внешний вид магнитофона

Общий вид магнитофона в ящике приведен на рис. 1. Внутренние размеры ящика магнитофона 310×190×145 *мм.*

Лентопротяжный механизм

В лентопротяжном механизме в качестве ведущего двигателя использован электродвигатель типа 2АСМ-50, имевшийся в наличии у автора. С таким же успехом можно использовать электродвигатель типа ЭПУ или ДАГ-1. Для вращения левой и правой кассет применены электродвигатели типа ДАП-1.

Электрическая схема лентопротяжного механизма (и выпрямителя магнитофона) приведена на рис. 2.

Управление лентопротяжным механизмом осуществ-

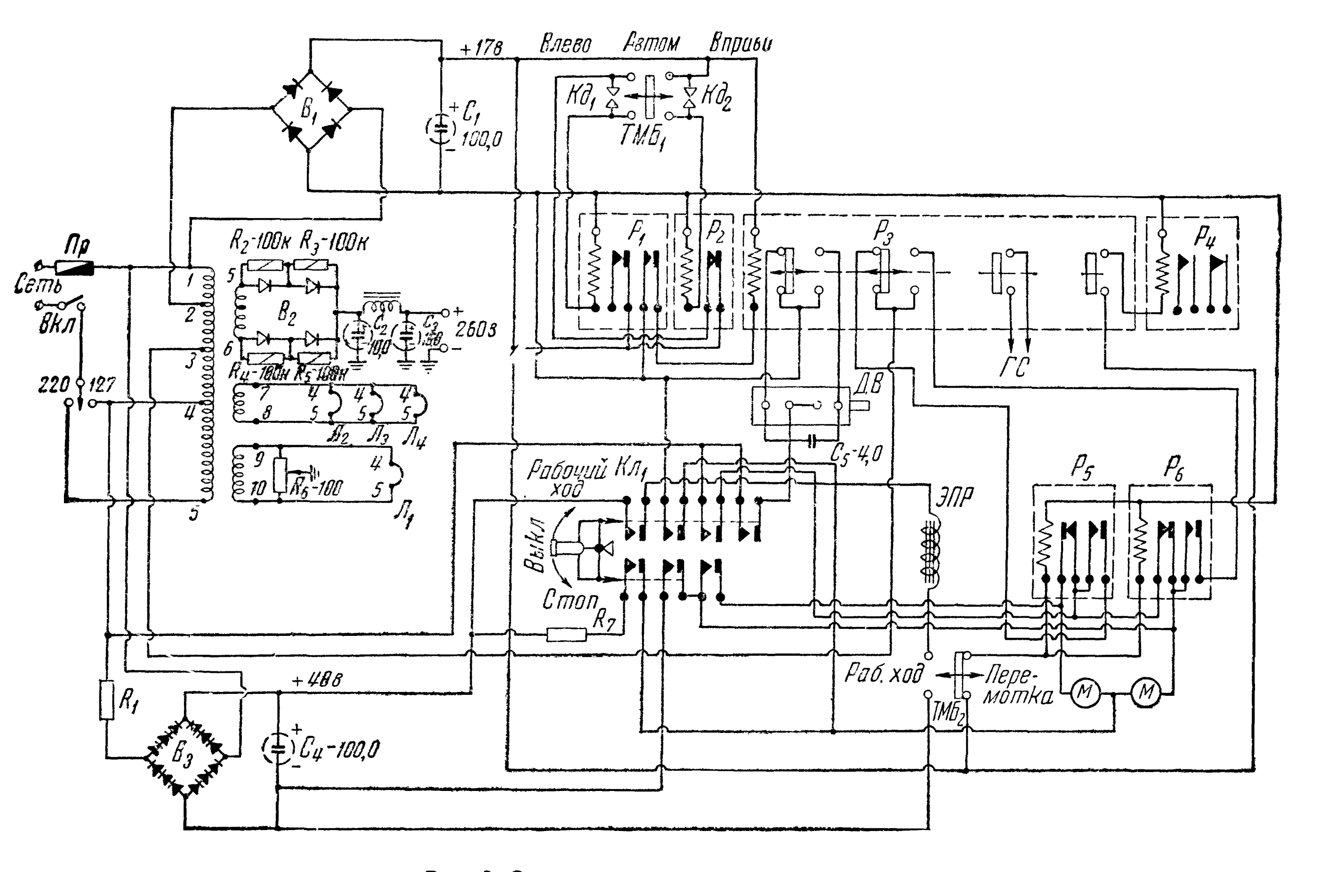


Рис. 2. Электрическая схема лентопротяжного механизма

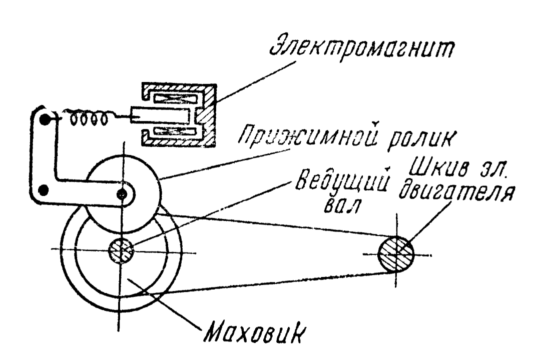


Рис. 3. Кинематическая схема ведущего узла

ляется двумя тумблерами $ТМБ_1$ и $ТМБ_2$ и ключом $Кл_1$ телефонного типа. Ключ $Кл_1$ служит для включения и выключения установки. Он имеет три положения: «Рабочий ход», «Выключение» и «Стоп». Первые два положения ключа фиксируются, а третий («Стоп») не фиксируется. В этом положении в обмотки электродвигателей подается постоянный ток для быстрой остановки механизма. Чтобы не повредить обмотки электродвигателей, постоянный ток следует подавать всего на 2—3 сек. Величина тока устанавливается при налаживании подбором сопротивлений R_1 и R_7. Отпущенный ключ под действием контактных пружин возвращается в положение «Выключено».

При установке ключа $Кл_1$ в положение «Рабочий ход» включается питание электродвигателей и электромагнита прижимного ролика (ЭПР).

Кинематическая схема ведущего узла лентопротяжного механизма приведена на рис. 3. Вращение маховика и скрепленного с ним ведущего вала осуществляется от электродвигателя с помощью пассика. Пассик выполнен из тесьмы шириной 7 *мм*. Верхний конец ведущего вала имеет диаметр 5 *мм* и обеспечивает скорость движения ленты 95 *мм/сек*. Для получения скорости 190,5 *мм/сек* на верхний конец вала надевается насадка диаметром 10 *мм*.

Чертежи основных деталей лентопротяжного механизма приведены на рис. 4.

Лента при своем движении касается неподвижного ролика (рис. 4,*г*). Средняя часть ролика набрана из

изолирующих колец, между которыми помещаются контактные пластины *1, 2, 3* и *4* (рис. 4,*г*). Во время воспроизведения (или записи), незадолго до конца ленты, контакты *1—2* или *3—4* (в зависимости от направления движения ленты) замыкаются металлической фольгой, наклеенной на ленту с помощью клея БФ-4. В результате этого на реле P_1 (или P_2) поступает питание и оно срабатывает, включая исполнительное реле P_3, контактная система которого производит переключение электродвигателей. Переключение направления движения ленты вручную производится путем переброски тумблера $TMБ_1$ из одного положения в другое.

Для осуществления перемотки необходимо тумблер $TMБ_2$ установить в положение «Перемотка». При этом питание от выпрямителя B_1 подается на реле P_5 и P_6, контакты которых и включают левый и правый электродвигатели.

Реле P_1, P_4, P_5 и P_6 — типа РСМ-2, реле P_2 — типа РСМ-1, исполнительное реле P_3 — типа 8Э14 или МКУ-48.

Выпрямители B_1 и B_3 составляются из селеновых шайб диаметром 45 *мм*. Для выпрямителя B_1 нужно четыре, для B_3 двенадцать селеновых шайб.

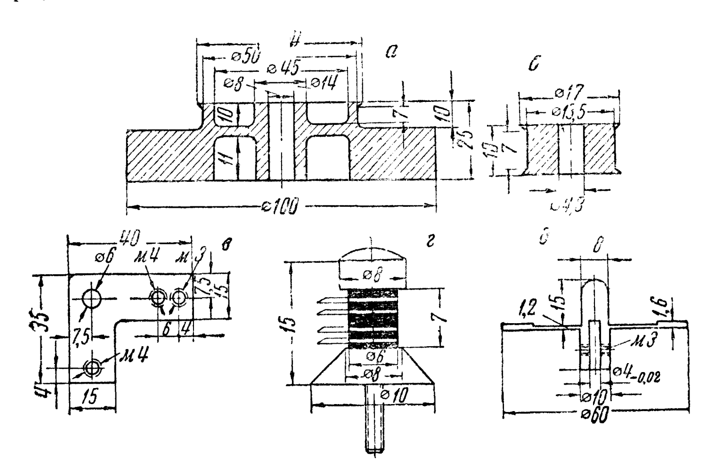


Рис. 4. Основные детали лентопротяжного механизма:
а — маховик; *б* — шкив электродвигателя; *в* — рычаг прижимного ролика, *г* — неподвижный ролик; *д* — подтарельник (для левого и правого электродвигателей)

Выпрямитель B_2 собран по двухполупериодной схеме на четырех диодах типа ДГ-Ц27.

Силовой трансформатор собран на сердечнике сечением 8 *см*² Секции обмоток содержат следующее число витков: *1—2*—113, *2—3*—200, *3—4*—438, *4—5*—625, *5—6*—1680, *7—8*—39, *9—10*—31 Обмотка *1—4* наматывается проводом ПЭЛ 0,64, *4—5* — проводом ПЭЛ 0,31, *5—6*—ПЭЛ 0,15, *7—8*—ПЭЛ 0,9, *9—10*—ПЭЛ 0,45.

Усилитель магнитофона

Усилитель в магнитофоне — универсальный т. е. **служит и для записи, и для воспроизведения.** Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 5.

Усилитель выполнен на четырех лампах, три из которых используются для усиления, а четвертая — в высокочастотном генераторе токов стирания и подмагничивания. Первые три каскада усилителя используются как при записи, так и при воспроизведении. В качестве четвертого каскада (выходного) при записи используется правая половина лампы $Л_2$ (по схеме катодного повторителя), а при воспроизведении — лучевой тетрод типа 6П1П.

Усилитель позволяет проводить запись с микрофона, звукоснимателя, а также с трансляционной линии.

Регулировка уровня при записи и воспроизведении осуществляется с помощью потенциометра R_{12}. Выбор необходимой величины тока подмагничивания производится изменением сопротивления R_{26}.

Универсальная магнитная головка — самодельная, двухпакетная (два сердечника). На каждый сердечник наматывается по 1000 витков провода ПЭЛ 0,05 Рабочий зазор 0,015 *мм*. Расстояние между пакетами 2,0 *мм*. Между пакетами помещен экран из пермаллоя. Стирающая головка от магнитофона «Днепр-3».

Стирающая головка настраивается в резонанс с частотой тока генератора путем подбора емкости конденсатора C_{21}. В момент резонанса лампочка $Л_6$ будет светиться с наибольшей яркостью.

Катушка генератора собирается на сердечнике СБ-4а. Анодная обмотка содержит 2×200 витков провода ПЭЛ 0,15, сеточная обмотка — 2×60 витков ПЭЛ 0,15, выходная обмотка — 100 витков ПЭЛ 0,25.

2 Зак 216

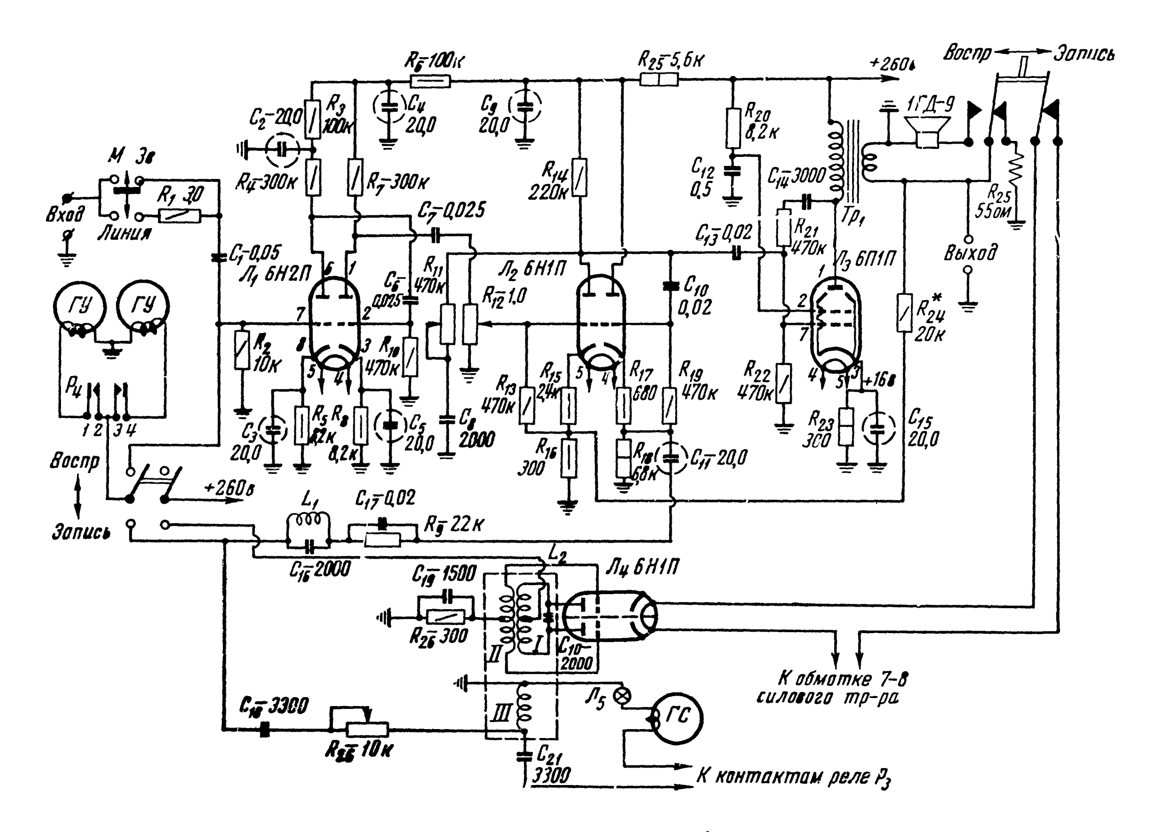


Рис 5 Принципиальная схема усилителя магнитофона

Катушка L_1 наматывается на каркасе диаметром 20 *мм* и содержит 510 витков провода ПЭЛ 0,12. Ширина намотки 6 *мм*. Контур L_1C_{16} настраивается на частоту генератора.

Выходной трансформатор и дроссель фильтра использованы от приемника «Минск-Р7».

РАСЧЕТ ВЫХОДНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Е. Комаров

Назначение выходного трансформатора

Выходной трансформатор радиоприемника или усилителя нужен для согласования выходного сопротивления оконечной лампы каскада с нагрузкой, т. е. громкоговорителем.

Качество работы выходного каскада в основном характеризуется величиной частотных и нелинейных искажений.

Частотные искажения появляются вследствие непостоянства величины сопротивления нагрузки для различных частот.

Вследствие нелинейности характеристик ламп оконечного каскада возникают нелинейные искажения. Большой коэффициент нелинейных искажений в усилителе нетерпим, так как влечет за собой резкое ухудшение качества звучания.

Как величина полезной мощности, так и значение коэффициента нелинейных искажений в большой степени зависят от величины нагрузочного сопротивления оконечного каскада. При неправильном выборе величины нагрузки уменьшается полезная мощность, отдаваемая лампой, и растет коэффициент искажений. Наивыгоднейшие значения сопротивлений нагрузки для типовых режимов конкретных ламп приводятся в табл. 1.

Как видно из таблицы, нужная величина сопротивления нагрузки для большинства ламп составляет несколько тысяч ом. Величина же сопротивления звуковых динамических громкоговорителей выражается в единицах ома. Поэтому непосредственное включение катушки громкоговорителя в анодную цепь лампы нецелесообразно.

Для согласования этих сопротивлений и применяют выходные трансформаторы.

Расчет выходных трансформаторов

На рис. 1 приведена принципиальная упрощенная схема выходного каскада, на рис. 2 изображены эквивалентные схемы этого каскада для различных частот усиливаемого сигнала. Здесь R_i — внутреннее сопротивление лампы; r_1 — активное сопротивление первичной обмотки; r_2 — активное сопротивление вторичной обмотки; L_s — индуктивность рассеяния трансформатора; R^1 — приведенное сопротивление нагрузки (сопротивление со стороны первичной обмотки при включении во вторичную нагрузку); L_a — индуктивность первичной обмотки.

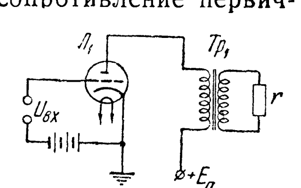


Рис. 1. Принципиальная упрощенная схема выходного каскада

Расчет выходного трансформатора можно разделить на две части: электрический расчет и конструктивный расчет (по данным электрического расчета).

При электрическом расчете определяются такие параметры трансформатора, как коэффициент трансформации, индуктивность первичной обмотки, индуктивность рассеяния и активные сопротивления обмоток.

При конструктивном расчете находятся числа витков обмоток, диаметр проводов, габариты и сечение стального сердечника.

Заданными величинами при расчете обычно являются: внутреннее сопротивление лампы, наивыгоднейшее сопротивление на-

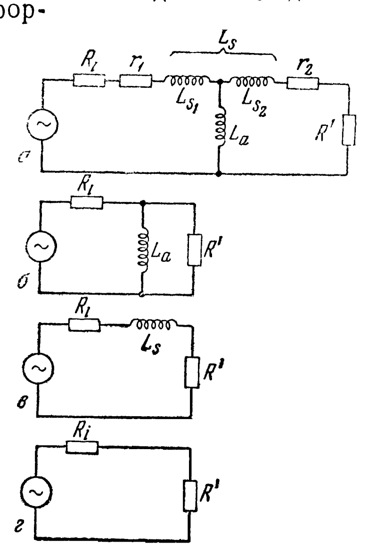


Рис. 2. Упрощенные схемы выходного каскада: *а* — для всех частот; *б* — для низких частот, *в* — для высоких частот; *г* — для средних частот

грузки, величина постоянной составляющей анодного тока лампы (тока покоя), мощность громкоговорителя и сопротивление его звуковой катушки, а также граничные частоты полосы пропускания (частоты, для которых усиление должно быть не меньше 0,7 от максимального уровня).

Приближенный расчет, обладающий достаточной для радиолюбительской практики точностью, может быть проведен по упрощенным формулам, без учета активных потерь в обмотках трансформатора и его индуктивности рассеяния Поэтому расчет трансформатора по заданным параметрам лампы и громкоговорителя сведется к определению коэффициента трансформации, индуктивности первичной обмотки, чисел витков обмоток, диаметра проводов и объема и сечения стального сердечника.

Расчет выходных трансформаторов для однотактных каскадов

Заданными величинами при расчете являются: внутреннее сопротивление лампы R_i, приведенное сопротивление нагрузки R^1, постоянная составляющая анодного тока лампы I_0, мощность громкоговорителя и сопротивление его звуковой катушки, а также допустимые частотные искажения.

Расчет трансформатора начинается с определения требуемого коэффициента трансформации, приводящего сопротивление нагрузки к нужной величине в области средних частот, по формуле:

$$n = \sqrt{\frac{R_н}{R^1}}, \qquad (1)$$

где n — коэффициент трансформации, выражающий собой отношение чисел витков вторичной обмотки к первичной;

$R_н$ — сопротивление звуковой катушки громкоговорителя;

R^1 — приведенное сопротивление нагрузки.

Следующим этапом расчета является определение индуктивности первичной обмотки, величина которой определяет частотные искажения каскада в области низких частот.

Первичная обмотка трансформатора, как это видно из эквивалентной схемы для низких частот (рис 2, *б*), включена параллельно приведенному сопротивлению нагрузки. Индуктивное сопротивление обмотки на низких частотах уменьшается, что приводит к уменьшению коэффициента усиления. Для того чтобы коэффициент частотных искажений не превышал заданного значения, индуктивность первичной обмотки не должна быть меньше определенной величины Эта величина определяется по формуле:

$$L_а = \frac{R}{2\pi \quad f_н \sqrt{M_н^2 - 1}}, \qquad (2)$$

где при использовании в выходном каскаде триода $R = R_i$, а для лучевого тетрода или пентода $R = 0,1\ R_i$;

$f_н$ — частота, соответствующая нижней границе полосы пропускания усилителя;

M — коэффициент частотных искажений, представляющий собой отношение коэффициента усиления на средних частотах (принят за единицу) к коэффициенту усиления на низких частотах

$$M_н = \frac{K_0}{K_н}; \qquad M_в = \frac{K_0}{K_в} \qquad (3)$$

Если принять $f_н = 80$ *гц*, а $M_н = 1,22$, то формула для расчета индуктивности первичной обмотки трансформатора упростится и примет вид:

$$L_а = \frac{R}{350}$$

После определения величин n и $L_а$ необходимо найти, исходя из мощности громкоговорителя, т. е той мощности, которую нужно передать из первичной обмотки во вторичную, тип и размеры пластин, а также сечение сердечника по формуле:

$$B \quad P = Q_с \cdot Q_0, \qquad (4)$$

где P — мощность громкоговорителя в *вт*, а B — коэффициент, зависящий от типа применяемой лампы,

показателей усилителя (полосы пропускания, допустимых искажений) и, в очень сильной степени, от наличия или отсутствия в схеме отрицательной обратной связи.

Величиной, определяющей максимальную мощность трансформатора, работающего с постоянным подмагничиванием, для пластин сердечника данной формы является произведение

$$Q_c Q_0,$$

где

$$Q_c = aв, \quad (5)$$

$$Q_0 = ch \quad (6)$$

(рис. 3).

Если в оконечном каскаде используется пентод или лучевой тетрод, то величина B колеблется от 10 при применении отрицательной обратной связи и до 20 без нее. При использовании в качестве выходной лампы триода B имеет значение от 5 до 10 соответственно.

Величины Q_c и Q_0 можно взять из табл. 2, в которой приведены данные для Ш-образных пластин некоторых стандартных типов.

После выбора сердечника рассчитывается число витков первичной обмотки по формуле:

$$W_1 = \frac{45 L_a I_0}{Q_c}, \quad (7)$$

где W_1 — число витков первичной обмотки;

I_0 — постоянная составляющая анодного тока лампы *ма* (ток покоя), берется из табл. 1.

L_a и Q_c — то же, что в формуле (2) и табл. 2.

Число витков вторичной обмотки W_2 определяется по формуле:

$$W_2 = n W_1 \quad (8)$$

Диаметр провода первичной обмотки берется в соответствии с формулой:

$$d_1 = 0{,}025\sqrt{I_0\,(ма)} \quad (9)$$

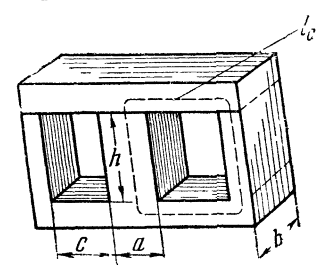


Рис 3 Набор пластин для трансформатора

Диаметр провода вторичной обмотки находится из формулы:

$$d_2 = 0{,}8 \cdot d_1 \frac{1}{\sqrt{n}}. \qquad (10)$$

Обозначения те же, что и в предыдущих формулах.

Последней операцией при расчете трансформатора однотактного каскада является определение величин воздушного зазора в сердечнике. Введение зазора уменьшает изменение индуктивности трансформатора из-за подмагничивания его постоянным током I_0.

Величины зазора определяются по формуле:

$$l_з = \frac{W_1 \cdot I_0}{8} \cdot 10^{-5}, \qquad (11)$$

где $l_з$ — величина зазора в *мм*.

Толщина прокладки между пакетом пластин и их замыкающими равна половине $l_з$.

Пользуясь приведенными формулами, произведем в качестве примера расчет выходного трансформатора для громкоговорителя 5ГД-10, имеющего мощность 5 *вт* и сопротивление звуковой катушки 3,4 *ом*, работающего от лампы типа 6П1П ($R_i = 42$ *ком*, $R_a = 5$ *ком*, $I_0 = 44$ *ма*) без применения отрицательной обратной связи. Коэффициент частотных искажений $M_н$ возьмем равным 1,41 на частоте 50 *гц*.

1. Определяем коэффициент трансформации:

$$n = \sqrt{\frac{R_н}{R^1}} = \sqrt{\frac{4}{5 \cdot 10^3}} = 0{,}028 \approx \frac{1}{36}.$$

2. Рассчитываем индуктивность первичной обмотки трансформатора:

$$L_a = \frac{0{,}1\, R_i}{2\pi \cdot f_н \sqrt{M^2 - 1}} = \frac{0{,}1 \cdot 42 \cdot 10^3}{6{,}28 \cdot 50\sqrt{2 - 1}} = 13{,}4 \text{ } гн.$$

3. Выбираем тип пластин и сечение сердечника. Так как мощность громкоговорителя в этом случае используется не полностью, в формулу (4) подставляется не мощность громкоговорителя, а неискаженная мощность выходной лампы.

Из табл. 2 находим, что наиболее подходящим для нас является сердечник, собранный из пластин Ш-19. Для него

$$Q_0 Q_c = 59{,}2; \quad Q_c = 7{,}6 \text{ } см^2; \quad Q_0 = 7{,}8 \text{ } см^2.$$

4. Определяем число витков первичной обмотки:

$$W_1 = \frac{4 \cdot L_a I_0}{Q_c} = \frac{45 \cdot 13{,}4 \cdot 44}{7{,}6} = 3960 \text{ витков}$$

Округляем до 4000 витков.

5. Определяем число витков вторичной обмотки:

$$W_2 = n W_1 = 0{,}028 \cdot 4000 = 110 \text{ витков.}$$

6. Находим диаметр провода первичной обмотки:

$$d_1 = 0{,}025\sqrt{I_0\ (\textit{ма})} = 0{,}025\sqrt{44} = 0{,}17 \textit{ мм.}$$

7. Находим диаметр провода вторичной обмотки:

$$d_2 = 0{,}8 d_1 \frac{1}{\sqrt{n}} = 0{,}8 \cdot 0{,}17 \frac{1}{\sqrt{0{,}028}} = 0{,}85 \textit{ мм.}$$

8. Определяем величину зазора в сердечнике:

$$l_з = \frac{W_1 \cdot I_0}{8 \cdot 10^5} = \frac{4000 \cdot 44}{8 \cdot 10^5} = 0{,}22 \textit{ мм.}$$

9. Находим толщину прокладки:

$$l_п = \frac{l_з}{2} = \frac{0{,}22}{2} = 0{,}11 \textit{ мм.}$$

Если после проверки окажется, что площадь окна мала, следует взять сердечник большего размера и проделать расчет заново.

Расчет выходных трансформаторов для двухтактных каскадов

Электрический расчет выходных трансформаторов для двухтактных каскадов аналогичен расчету трансформаторов для однотактных каскадов и производится по тем же формулам. Отличием является лишь то, что в формулу (1) вместо R^1 подставляется его удвоенное значение, а в формуле (2) величина активного сопротивления R также умножается на два.

Конструктивный расчет трансформатора для двухтактных каскадов отличается от расчета однотактных трансформаторов. Это объясняется тем, что выходные трансформаторы в двухтактных каскадах работают без подмагничивания. Размеры сердечника здесь поэтому определяются полосой частот и допустимыми частотными искажениями в области низших частот (для трансформаторов до 10—15 *вт*) и максимальной мощностью, передаваемой из первичной обмотки во вторичную.

Максимальная мощность трансформатора P, работающего без подмагничивания, связана с размерами сердечника следующим приближенным соотношением:

$$P = \frac{Q_0^2 \; Q_c}{2l_c}, \qquad (12)$$

где l_c — длина средней силовой линии в *см*.

Остальные обозначения те же, что и в формулах (4), (5), (6).

Пользуясь формулой (12) и табл. 2, легко подобрать тип сердечника.

При заданном типе сердечника необходимое сечение среднего стержня можно найти из выражения:

$$Q_c = \frac{2P \cdot l_c}{Q_0}. \qquad (13)$$

Если выходной каскад охвачен отрицательной обратной связью, то это сечение может быть взято приблизительно в два раза меньшим, или можно считать мощность трансформатора в два раза большей.

После выбора сердечника рассчитывается число витков первичной обмотки по формуле:

$$W_1 = 450\sqrt{\frac{L_a l_c}{Q_c}}. \qquad (14)$$

Далее расчет двухтактного трансформатора не отличается от расчета однотактного трансформатора.

Зазор в сердечниках трансформаторов, работающих без подмагничивания, не делается.

Рассмотрим пример расчета выходного трансформатора для двухтактного оконечного каскада, работающего на лампах 6П6С (R =50 *ком*, R_a=5 *ком*, I_0=45 *ма*) для громкоговорителя типа 8ГД-2 (максимальная мощность — 8 *вт*, сопротивление звуковой катушки — 2,8 *ом*). Усилитель работает с отрицательной обратной связью Коэффициент частотных искажений на частоте 50 *гц* равен 1,41.

1. Определяем коэффициент трансформации:

$$n = \sqrt{\frac{R_н}{2R_a}} = \sqrt{\frac{3}{2 \cdot 5 \cdot 10^3}} = 0{,}017.$$

2 Рассчитываем индуктивность первичной обмотки:

$$L_a = \frac{2R_a}{2\pi \cdot f_н \cdot \sqrt{M_н^2 - 1}} = \frac{10\,000}{6{,}28 \cdot 50\sqrt{2-1}} = 31{,}8 \text{ гн}.$$

Так как оконечный каскад охвачен обратной связью, индуктивность можно уменьшить до 20 *гн.*

3. С помощью формулы (12) и табл. 2, учитывая мощность громкоговорителя, определяем тип сердечника. Для мощности 8 *вт* наилучшим типом пластин сердечника является Ш-19, для которых

$$Q_0 - 7{,}8\ см^2;\quad l_c = 15\ см.$$

4. Сечение среднего стержня находится из формулы:

$$Q_c = \frac{2Pl_c}{Q_0^2} = \frac{16 \cdot 15}{7{,}8^2} \approx 4\ см^2.$$

Отсюда толщина пакета сердечника $\frac{400}{19} = 21$ *мм.*

5 Число витков первичной обмотки

$$W_1 = 450\sqrt{\frac{L_a l_c}{Q_c}} = 450\sqrt{\frac{20\ \ 15}{4}} = 3500 \text{ витков}$$

В обмотке делается вывод от середины

6 Число витков вторичной обмотки:

$$W_2 = nW_1 = 3500\ \ 0{,}017 = 86 \text{ витков}$$

7. Диаметр провода первичной обмотки:

$$d_1 = 0{,}025\sqrt{I_0} = 0{,}025\sqrt{45} = 0{,}17\ мм.$$

8 Диаметр провода вторичной обмотки:

$$d_2 = 0{,}8d_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} = 0{,}8 \cdot 0{,}17\frac{1}{\sqrt{0{,}017}} = 1\ мм$$

В заключение произведем проверку размещения обмоток в окне сердечника. Для двухтактного трансформатора намотку лучше осуществить на двухсекционном каркасе (рис. 4). Этот тип намотки обеспечивает большую симметричность обмоток, а также уменьшает опасность пробоя между витками. При такой конструкции на каждую половину каркаса наматывают половину первичной и вторичной обмоток.

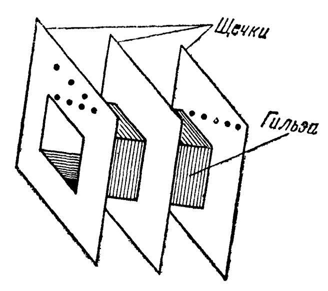


Рис 4 Двухсекционный каркас для намотки двухтактного трансформатора

Пластина Ш-19 имеет размеры окна 4,6×1,7 *см.* Половина каркаса (за вычетом толщины трех картонных щек—4,5 *мм*

и свободных краев полей—4 *мм*) имеет полезную длину 18 *мм*.

Определим площадь сечения, которую занимает в секции половина первичной обмотки:

число витков в слое

$$\frac{18}{d_1\text{ (с изол.)}} = \frac{18}{0{,}19} = 95 \text{ витков;}$$

число слоев в секции

$$\frac{\frac{W_1}{2}}{95} = \frac{1750}{95} \approx 19.$$

Высота всей намотки, считая, что толщина межслойной прокладки выбирается одинаковой с диаметром провода, равна:

$$0{,}19 \cdot 19 \cdot 2 = 6{,}9 \text{ мм}.$$

Принимая толщину прокладки между обмотками равную 1,5 *мм*, находим полную высоту намотки первичной обмотки:

$$6{,}9 + 1{,}5 = 8{,}4 \text{ мм}.$$

Аналогичным способом находится полная высота намотки вторичной обмотки:

число витков в слое

$$\frac{18}{d_2\text{ (с изол.)}} = \frac{18}{1{,}05} = 17 \text{ витков;}$$

число слоев в секции

$$\frac{\frac{W_2}{2}}{17} = \frac{43}{17} \approx 3.$$

Считая межслойную прокладку толщиной в 0,3 *мм* (два слоя лакоткани), определим полную высоту вторичной обмотки

$$3 \quad 1{,}05 + 4 \quad 0{,}3 = 4{,}4 \text{ мм}.$$

Полная высота намотки обеих обмоток

$$4{,}4 + 8{,}4 = 12{,}8 \text{ мм}.$$

Полезная высота окна (за вычетом толщины гильзы — 1,5 *мм*)

$$17 - 1{,}5 = 15{,}5 \text{ мм}$$

Очевидно, что при размещении обмоток остается свободное место. Поэтому в целях увеличения к.п.д. трансформатора и уменьшения нагревания его обмоток можно увеличить диаметр провода первичной обмотки до 0,2 *мм.*

Расчет выходных трансформаторов для подключения двух и более громкоговорителей

В радиолюбительской практике иногда встречается необходимость рассчитать выходной трансформатор для подключения двух и более громкоговорителей, причем параметры громкоговорителей могут быть различны. В этом случае необходимо иметь в трансформаторе несколько вторичных обмоток.

Все приведенные сопротивления нагрузок работают как параллельно включенные, а полное их сопротивление должно равняться сопротивлению R^1.

Следовательно, основной задачей является определение коэффициентов трансформации для отдельных нагрузок таким образом, чтобы при этом в каждой нагрузке выделялась соответствующая мощность, а общая приведенная нагрузка равнялась R^1 данной лампы.

Следует оговорить заранее, что одним из основных условий правильности расчета является соответствие мощности оконечного каскада суммарной мощности всех подключенных к этому каскаду громкоговорителей.

Расчет трансформатора для нескольких громкоговорителей начинается с определения величины приведенного сопротивления отдельно для каждого громкоговорителя по формуле:

$$R^1 = \frac{R_a P_{общ}}{P}, \qquad (15)$$

где R^1 — приведенное сопротивление данной нагрузки;
R_a — общее приведенное сопротивление (наивыгоднейшее значение) для данной лампы;
P — мощность данной нагрузки;
$P_{общ}$ — суммарная мощность всех громкоговорителей.

Затем подсчитываются коэффициенты трансформации для каждого громкоговорителя в отдельности по формуле:

$$n_1 = \sqrt{\frac{R^1}{R_{мх}}}. \qquad (16)$$

Дальше расчет проводится в том же порядке и по тем же формулам, что и в двух предыдущих случаях.

Приведем в качестве примера расчет выходного трансформатора, нагруженного тремя громкоговорителями: 5ГД-14 ($P_1=5$ *вт;* $R_{н1}=3{,}4$ *ом*); 1ГД-9 ($P_2=1{,}0$ *вт*, $R_{н2}=5{,}5$ *ом*) и 4ГД-1 ($P_3=4$ *вт*, $R_{н3}=3{,}4$ *ом*), для работы с лампой 6П3С (в каскаде применена отрицательная обратная связь). Лампа 6П3С имеет следующие параметры: $R_i=22{,}5$ *ком;* $R_а=2{,}5$ *ком*; $I_0=54$ *ма* (при $E_а=350$ *в* и $E_э=250$ *в*); $P_{вых}=10$ *вт*; нижняя граничная частота — 50 *гц;* коэффициент частотных искажений $M_н=1{,}41$.

1. Определяем приведенные сопротивления:

$$а)\ R'=\frac{P_{общ}R_а}{P_1}=\frac{10\cdot2{,}5\cdot10^3}{5}=5\ ком;$$

$$б)\ R''=\frac{P_{общ}R_а}{P_2}=\frac{10\cdot2{,}5\cdot10^3}{1}=25\ ком;$$

$$в)\ R'''=\frac{P_{общ}R_а}{P_3}=\frac{10\cdot2{,}5\cdot10^3}{4}=6{,}25\ ком.$$

2. Рассчитываем коэффициент трансформации:

$$а)\ n_1=\sqrt{\frac{R_{н1}}{R'}}=\sqrt{\frac{4}{5\cdot10^3}}=0{,}029;$$

$$б)\ n_2=\sqrt{\frac{R_{н2}}{R''}}=\sqrt{\frac{6}{25\cdot10^3}}=0{,}016;$$

$$в)\ n_3=\sqrt{\frac{R_{н3}}{R'''}}=\sqrt{\frac{4}{6{,}25\cdot10^3}}=0{,}025.$$

3. Определяем индуктивность первичной обмотки:

$$L_а=\frac{R}{2\pi\cdot f_н\sqrt{M_н^2-1}}=\frac{2{,}5\cdot10^3}{6{,}28\cdot50\sqrt{2-1}}\approx8\ гн.$$

При наличии отрицательной обратной связи величину индуктивности можно уменьшить приблизительно в два раза, т. е.

$$L_а=5\ гн.$$

4. С помощью табл. 2, учитывая формулу (4), выбираем сердечник из пластин Ш-25. Для них $Q_c=6{,}2$ *см*, $Q_0=15$ *см*.

5. Число витков первичной обмотки:

$$W_1 = \frac{45L_a I_0}{Q_c} = \frac{45 \cdot 5 \cdot 54}{6,2} = 2000 \text{ витков.}$$

6. Число витков вторичных обмоток:

а) $W_{12} = n_1 \cdot W_1 = 0,029 \cdot 2000 = 58$ витков;

б) $W_{22} = n_2\ W_1 = 0,16 \cdot 200 = 32$ витка;

в) $W_{32} = n_3\ W_1 = 0,025 \cdot 2000 = 50$ витков.

7. Диаметр провода первичной обмотки:

$$d_1 = 0,025\sqrt{I_0} = 0,025\sqrt{54} \approx 0,18.$$

8. Диаметр проводов вторичных обмоток:

а) $d_{12} = 0,8\ d_1 \frac{1}{\sqrt{n_1}} = 0,8 \cdot 0,18 \cdot \frac{1}{0,17} = 0,83$ *мм;*

б) $d_{22} = 0,8\ d_1 \frac{1}{\sqrt{n_2}} = 0,8 \cdot 0,18 \cdot \frac{1}{0,23} = 0,62$ *мм;*

в) $d_{32} = 0,8\ d_1 \frac{1}{\sqrt{n_3}} = 0,8 \cdot 0,18 \cdot \frac{1}{0,16} = 0,9$ *мм.*

9. Величина воздушного зазора:

$$l_з = \frac{W_1 I_0}{8 \cdot 10^5} = \frac{2000 \cdot 54}{8 \cdot 10^5} \approx 0,14 \text{ мм}, \quad l_n = \frac{0,14}{2} \text{ мм.}$$

Далее, как и обычно, следует проверить размещение обмоток в окне сердечника.

Пересчет числа витков вторичной обмотки. Иногда радиолюбитель имеет готовый трансформатор, пригодный для использования с выбранной оконечной лампой, но рассчитанный на подключение громкоговорителя с другим сопротивлением звуковой катушки, чем тот, который у него есть. В этом случае нет необходимости перематывать первичную обмотку трансформатора. Достаточно изменить коэффициент трансформации, уменьшая или увеличивая в зависимости от данных применяемого громкоговорителя число витков вторичной обмотки.

Определить необходимое число витков вторичной обмотки n можно по формуле:

$$n = n_0\sqrt{\frac{R_д}{R_0}},$$

где n_0 — количество витков вторичной обмотки, имевшейся на трансформаторе;

R_0 — сопротивление звуковой катушки громкоговорителя, на которое был рассчитан трансформатор;

$R_т$ — сопротивление звуковой катушки имеющегося громкоговорителя.

В табл. 5 приведены коэффициенты, на которые необходимо умножить имеющееся число витков вторичной обмотки трансформатора, чтобы получить необходимое число витков для громковорителя с другим сопротивлением звуковой катушки

Пользуются табл. 5 следующим образом: пусть имеется трансформатор, вторичная обмотка которого имеет 52 витка и рассчитана для нагрузки 4 *ом*, а необходимо перемотать ее для нагрузки 10 *ом*.

В таблице слева находим строчку, соответствующую нагрузке 4 *ом*, и столбец, соответствующий нагрузке 10 *ом*. На пересечении указанных строки и столбца находим число 1,57, на которое нужно умножить число витков вторичной обмотки, чтобы получить число витков, соответствующее сопротивлению громкоговорителя 10 *ом*, т е.

$$52 \cdot 1\ 57 = 82 \text{ витка}$$

Очевидно, что для громкоговорителя с сопротивлением звуковой катушки 10 *ом* к имеющимся в трансформаторе 52 виткам нужно домотать еще 30 витков.

Таблица 1

Параметры лампы \ Тип лампы	2П1П	6П1П	6П14П	6П3С	6П6С	6Ф6С	30П1С	6П9	С64	6Н7С
Напряжение накала *в*	1,2——2,4	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	30	6,3	6,1	9,3
Ток накала, *а*	0,12——0,06	0,5	0,76	0,9	0,45	0,7	0,3	0,65	1 0	0,8
Напряжение анода, *в*	90	250	250	250	250	250	110	300	250	250
Напряжение экранирующей сетки. *в*	90	250	250	250	250	250	110	150	—	—

Параметры лампы \ Тип лампы	2П1П	6П1П	6П14П	6П3С	6П6С	6Ф6С	30П1С	6П9	С64	6Н7С
Ток анода, *ма*	9,5	44	50	72	45	34	70	30	60	6
Ток экранирующей сетки, *ма*	2,2	12	7,1	5	4,5	6,5	12	6,5	—	—
Напряжение управл. сетки, *в*	—4,5	—12,5	—6,0	—14	—12,5	—16	—7,5	—3	—45	—5
Крутизна характеристики, *ма/в*	2,0	4,9	—	6,0	4,1	2,5	10	11,7	5,25	—
Сопротивление нагрузки, *ком*	10	5	5,2	2,5	5	7	1,8	10	2,5	2,5
Выходная мощность, *вт*	0,21	3,8	4,5	6,5	4,5	3,1	0,5	2,4	3,2	—
Коэффициент нелинейных искажений, %	7	14	6,5	10	8	8,5	3,5	—	5	—
Внутреннее сопротивление, *ком*	120*	42,5	20	22,5	50	80	9	130	0,8	11**

* При напряжении на аноде и экранирующей сетке равном 60 *в* (статический режим).

**Анод и сетка первого триода соединены соответственно с анодом и сеткой второго триода.

Таблица 2

Тип сердечника		Ш-11		Ш-15		Ш-19		Ш-20 укороченный		Ш-25		Ш-30	
a, см		1,1	1,1	1,5	1,5	1,9	1,9	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0
в, см		1	2	1,5	3,0	2	4	2	4	2,5	5	3	6
c, см		1,15	1,15	1,35	1,35	1,7	1,7	1	1	2,5	2,5	1,5	1,5
h, см		3,4	3,4	2,4	2,4	4,6	4,6	3	3	6	6	4,5	4,5
Q_c, *см*^{2}		1,1	2,2	2,25	4,5	3,8	7,5	4	8	6,2	12,5	9	18
Q_0, *см*^{2}		3,9	3,9	3,24	3,24	7,8	7,8	3	3	15	15	6,7	6,7
$Q_c Q_0$, *см*^{4}		4,3	8,6	7,3	14,6	29,6	59,2	12	24	94	188	61	122
l_0, *см*		6	9	10	13	13	17	13	17	17	22	18	24
l_c, *см*		10	10	11	11	15	15	12	12	20	20	18	18
v, *см*^{3}		11	22	25	50	57	144	48	96	125	250	162	324
Мощность, *вт*	с подмагничиванием	0,2	0,4	0,36	0,7	1,5	3	0,6	1,2	5	10	3	6
	без подмагничивания	0,8	1,6	1	2	7,5	15	1,5	3	35	70	10	20

Примечание. Мощности трансформаторов указаны ориентировочно для усилителей, работающих на пентодах без отрицательной обратной связи.

4 Зак. 216

Таблица 3

Тип трансформатора	Сечение сердечника, $см^2$	Первичная обмотка		Вторичная обмотка		Тип выходной лампы	Примечание
		число витков	диаметр провода, *мм*	число витков	диаметр провода, *мм*		
1	2	3	4	5	6	7	8
От приемника							
» „Тула"	3,2	2500	ПЭЛ0,09	60	ПЭЛ0,55	2П2П	
» „Луч"	2,5	2360	ПЭЛ0,12	28	ПЭЛ0,6	2П1П	
» „Искра"	—	3500	ПЭЛ0,1	80	ПЭЛ0,51	2П1П	
» „Искра-53"	—	2650	ПЭЛ0,1	75	ПЭЛ0,51	2П1П	1
» „Дорожный"	1,0	3550	ПЭЛ0,12	60	ПЭЛ0,51	2П1П	
» „Таллин-Б2"	3,5	4800	ПЭЛ0,15	83	ПЭЛ0,68	2П2П	2
» „Родина"	—	2200×2	ПЭЛ0,1	33	ПЭЛ0,8	2Ж2М×3	3
» „Родина-52"	2,1	2200×2	ПЭЛ0,1	50	ПЭЛ0,64	2П1П×3	4
» „Москвич-В"	—	3000	ПЭЛ0,1	60	ПЭЛ0,64	6П6	5
» „АРЗ-49"	2,5	2200	ПЭЛ0,12	87	ПЭЛ0,59	30П1С	6
» „АРЗ-54"	2,5	2500	ПЭЛ0,12	81	ПЭЛ0,41	6П6	
» „Рекорд"	2,2	1800	ПЭЛ0,12	85	ПЭЛ0,55	25П1С	7
» „Рекорд-53"	2,9	2800	ПЭЛ0,12	90	ПЭЛ0,41	6П6	
» "Салют"	5,0	4000	ПЭЛ0,13	86	ПЭЛ0,6	6Ф6	
» „Днипро-52"	3,8	2530	ПЭЛ0,11	71	ПЭЛ0,69	6П6	
» „ВЭФ М-557"	—	3200	ПЭЛ0,13	66	ПЭЛ0,7	6Ф6	
» „ВЭФ М-697"	—	2000	ПЭЛ0,12	55	ПЭЛ0,8	6П6	
» „Минск"	—	3000	ПЭЛ0,12	70	ПЭЛ0,8	6П6	
» „Рига-6"	3,8	2800	ПЭЛ0,15	70	ПЭЛ0,64	6П6	
» „Днепропетровск"	4	2530	ПЭЛ0,12	70	ПЭЛ0,69	6П3	
» „Балтика"	—	2150	ПЭЛ0,15	58	ПЭЛ0,8	6П6	
» „Балтика-М254"	—	2650	ПЭЛ0,12	44,5	ПЭЛ0,8	6П6	8
» „Звезда-54"	—	2600	ПЭЛ0,23	61	ПЭЛ1,0	6П1П	9
От приемника „ВЭФ-Аккорд"	—	2650	ПЭЛ0,12	45	ПЭЛ0,8	6П6	8,9 А
» „Нева-52"	6,0	2600	ПЭЛ0,23	81	ПЭЛ1,0	6П3	10
» „Октябрь"	5,5	1200×2	ПЭЛ0,15	38	ПЭЛ1,35	6П6×2	11
» „Рига-Т-689"	—	2500	ПЭЛ0,18	200	ПЭЛ0,64	6Л6	
» „Рига-10"	6,0	1200×2	ПЭЛ0,15	96×2	ПЭЛ0,44	6П6×2	12
» „Минск-55"	—	1700×2	ПЭЛ0,12	120	ПЭЛ0,74	6П6×2	13
» „Латвия"	—	1100×2	ПЭЛ0,17	115	ПЭЛ0,7	6П3×2	14
» „Мир"	8,5	1000×2	ПЭЛ0,18	42	ПЭЛ1,25	6П3×2	15
» „Мир М-154"	8,5	1250×2	ПЭЛ0,15	40	ПЭЛ1,25	6П6×2	15 Б,16
» „Беларусь"	8,2	1700×2	ПЭЛ0,12	105	ПЭЛ0,72	6П3×2	13 Б,17
Радиола „Урал-47"	—	2700	ПЭЛ0,15	50	ПЭЛ0,69	6Ф6	
» „Байкал"	—	2600	ПЭЛ0,12	64	ПЭЛ0,51	6П14П	15,Б

1	2	3	4		6	7	8
Радиола „Люкс“ НЧ тр-р	5	1140×2	ПЭЛ0,15	70++70	ПЭЛ0,38	6П14П×2	12 15 Б
ВЧ тр-р	1,0	2000	ПЭЛ0,12	35	ПЭЛ0,51		15,Б
От автомобильного приемника А-8	—	2000	ПЭЛ0,15	44++1	ПЭЛ0,59	6П1П	18

Примечания:

1. Имеется дополнительная обмотка, насчитывающая 700 витков провода ПЭЛ 0,1.

2. Трансформатор рассчитан под громкоговоритель с сопротивлением звуковой катушки 2,5 *ом.*

3. Трансформатор рассчитан под громкоговоритель с сопротивлением звуковой катушки 3 *ом.*

4. Имеется дополнительная обмотка для внешнего громкоговорителя, насчитывающая 1200 витков провода ПЭЛ 0,1.

5. Трансформатор в первичной обмотке имеет отвод от 150-го витка.

6. Трансформатор в первичной обмотке имеет отвод от 200-го витка.

7. Трансформатор имеет дополнительную обмотку для внешнего громкоговорителя, насчитывающую 1500 витков провода ПЭЛ 0,1. Сердечник трансформатора собран в стык и имеет зазор 0,12 *мм.*

8. Имеются две дополнительные обмотки:

1) обмотка внешнего громкоговорителя — 650 витков провода ПЭЛ 0,12;

2) обмотка обратной связи — 3 витка провода ПЭЛ 0,8 *мм.*

9. А) Трансформатор рассчитан на два громкоговорителя с сопротивлениями звуковых катушек 3,4 *ом.*

Б) Имеется дополнительная обмотка для внешнего громкоговорителя, насчитывающая 1040 витков провода ПЭЛ 0,1.

10. Трансформатор рассчитан под громкоговоритель 5ГД8 с сопротивлением звуковой катушки 3,4 *ом.*

11. Имеется дополнительная обмотка для внешнего громкоговорителя и обратной связи, насчитывающая 400÷5 витков провода ПЭЛ 0,15 *мм.*

12. Трансформатор имеет две параллельно включенные вторичные обмотки.

13 А) Имеется дополнительная обмотка для внешнего громкоговорителя — 625 витков провода ПЭЛ 0,12 *мм.*

Б) Звуковые катушки громкоговорителей включены последовательно

14. Имеется дополнительная обмотка обратной связи в 100 витков провода ПЭЛ 0,17 *мм.*

15. А) Имеется дополнительная обмотка для внешнего громкоговорителя — 490 витков провода ПЭЛ 0,1 *мм.*

Б) Трансформатор рассчитан на два громкоговорителя, звуковые катушки которых включены параллельно

16 Имеется дополнительная обмотка для подключения внешнего громкоговорителя в 420 витков провода ПЭЛ 0,1

17 Трансформатор имеет дополнительную обмотку для подключения внешнего громкоговорителя в 550 витков провода ПЭЛ 0,12

18 Трансформатор рассчитан на подключение громкоговорителя 3ГД4

Таблица 4

Тип громкоговорителя	Мощность, *вт*	Звуковая катушка			Катушка подмагничивания			Примечание
		число витков	диаметр провода	сопротивление, *ом*	число витков	диаметр провода	сопротивление, *ом*	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
От приемника „Тула“	—	63	ПЭЛ 0,15	4,0	С постоянным магнитом			
„ „Луч“	—	45	— 0,16	2,8	То же			
„ „Искра“	—	60	— 0,16	3,25	„ „			
„ „Искра-53“	0,5	56	— 0,12	5,5	„ „			
„ „Родина-52“	3	52	— 0,18	3,0	„ „			
„ „Турист“	0,1	50	— 0,14	3,0	„ „			
„ „Москвич-В“	1,0	61	— 0,18	2,8	„ „			
„ „АРЗ-49“	1,5	60	— 0,16	3,25	„ „			
„ „АРЗ-54“	1,0	60	— 0,16	3,25	„ „			
„ „Рекорд-53“	—	63	— 0,12	5,6	„ „			
„ „Салют“	—	—	— —	2,0	20000	ПЭ 0,18	1450	
„ „Днипро-52“	—	60	ПЭЛ 0,16	3,25	С постоян магнитом			
„ „ВЭФ М-557“	—	23	ПЭ 0,22	2,0	11000	ПЭ 0,18	900	1
„ „ВЭФ М-697“	—	53	ПЭЛ 0,2	2,4	4500	ПЭЛ 0,15	520	2
„ „Рига-6“	—	59	— 0,2	2,65	С постоян магнитом			
„ „Баку“	—	68	— 0,2	3,0	То же			
„ „Балтика“	—	50	— 0,2	2,4	4500	ПЭЛ 0,15	520	3
„ „Балтика-М254“	—	49	— 0,23	1,6				
„ „Рига-Т-689“	—	83	— 0,15	12	11000	ПЭЛ 0,23	870	
„ „Рига-10“	—	120	— 0,17	12	С постоян магнитом			
„ „Минск-55“	3,0	64	— 0,18	3,3	То же			
„ „Латвия“	10	115	— 0,18	8	7900	ПЭЛ 0,35	245	4
„ „Мир“								
1. 8ГД-2	8,0	75	— 0,25	2,8				
2. 3ГД-2	3,0	62	— 0,18	3,4	„		„	

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Радиола „Мир" „Мир М-154"	4,0	63	— 0,18	3,4	С постоян магнитом			
Радиола „Урал-47"	—	65	— 0,2	3,0	То же			
„ „Люкс"								5
„ 5ГД14	5,0	62	— 0,18	3,4				
„ 1ГД9	1,0	63	— 0,12	5,5				
„ „Байкал"	1,0	63	— 0,12	5 6				
„ 0,5ГД2	0,5	63	— 0,12	5,5				
„ 2ГД3	2,0	62	— 0,16	3,4				
„ 4ГД1	4,0	62	— 0,16	3 4				

Примечания:

1. Имеется антифонная катушка — 22 витка провода ПЭ 0,8
2. Имеется антифонная катушка — 23 витка провода ПЭ 0,8
3. Имеется антифонная катушка — 28 витков провода ПЭЛ 0,8.
4. Имеется антифонная катушка — 28,5 витка провода ПЭЛ 0,64.
5. В приемнике имеются два одинаковых громкоговорителя.
6. В третьем столбце указаны сопротивления звуковых катушек громкоговорителей для постоянного тока В расчетные формулы подставляются иные значения сопротивлений, получающиеся при умножении табличной величины на коэффициент 1,25.

Таблица 5

Требуется нагрузить на / Вторичная обмотка рассчитана для нагрузки	1,5 *ом*	2,5 *ом*	4,0 *ом*	8,0 *ом*	10,0 *ом*
1,5 *ом*	1,0	1,3	1,63	2,31	2,58
2,5 *ом*	0,77	1,0	1,27	1,8	2,0
4,0 *ом*	0 61	0,79	1,0	1,42	1,57
8,0 *ом*	0,42	0,56	0,71	1,0	1,12
10,0 *ом*	0,39	0,5	0,63	0,9	1,0

КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМП

Э. Борноволоков

Характеристиками электронных ламп называются графики зависимостей токов электродов ламп (обычно тока анода, экранной и управляющей сеток) от приложенного к ним напряжения.

Для того чтобы снять характеристику простейшей электронной лампы — диода, нужно изменять напряжение на его аноде по отношению к катоду и одновременно измерять анодный ток. Для этого можно собрать установку, схема которой показана на рис 1 (цепи накала для упрощения не показаны) Характеристика одного диода 6Х6С показана на рис 2 Пользуясь ею, можно узнать, какой ток потечет через диод, если к нему приложить какое-либо напряжение, или какое напряжение нужно приложить между анодом и катодом, чтобы ток достиг определенной величины. Поскольку диод имеет только два электрода, напряжение и ток между которыми зависят друг от друга, то получается всего одна зависимость анодного тока от анодного напряжения при условии, что напряжение накала остается постоянным.

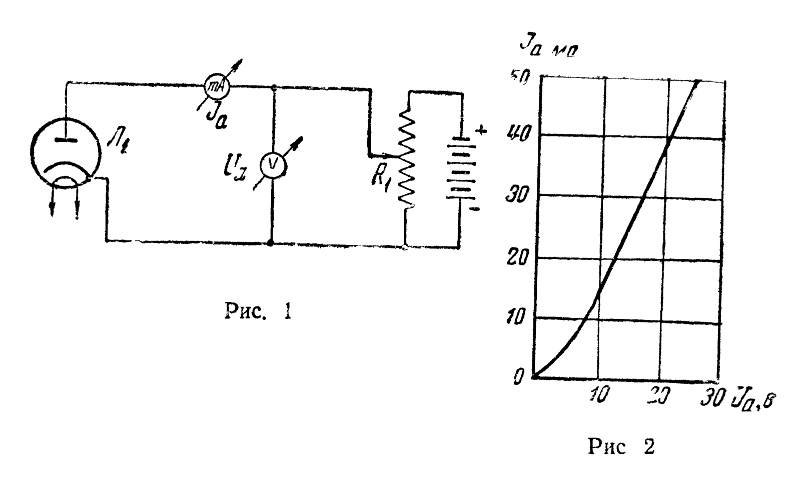


Рис. 1

Рис 2

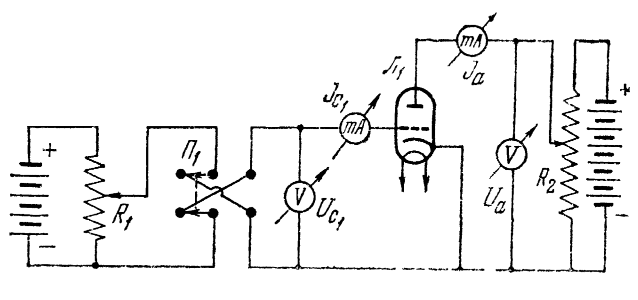


Рис 3

На рис 3 показана схема установки для снятия характеристик триода — зависимостей анодного тока от напряжения на его аноде и сетке. При измерении определяется зависимость анодного тока от напряжения на аноде при различных неизменных напряжениях на управляющей сетке При этом получается целая серия кривых. На графике около каждой кривой указывается то напряжение на управляющей сетке, при котором эта кривая снималась. Такие характеристики называются анодными характеристиками.

Для пентодов и тетродов анодные характеристики снимают при различных неизмененных напряжениях на экранной и управляющей сетках Схема установки для снятия анодных характеристик этих ламп показана на рис. 4. Для триодов, тетродов и пентодов можно также получить зависимость I_a от напряжения на управляющей сетке U_{c1} при постоянном анодном напряжении U_a, так называемые сеточные характеристики Подобная характеристика для одного триода лампы 6Н9С приве-

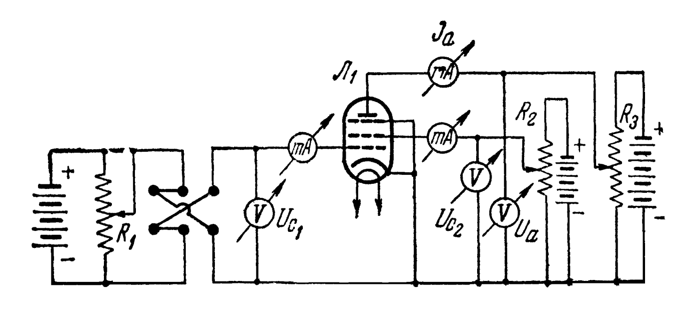


Рис. 4

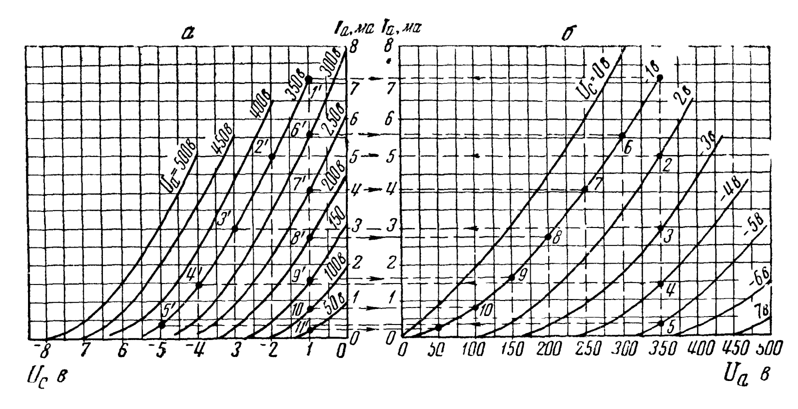


Рис. 5

дена на рис. 5,*а*. Если снять анодные характеристики, сеточные можно построить графически и наоборот.

Примеры таких построений показаны на рис. 5,*а* и *б*. Если мы имеем анодные характеристики и хотим построить сеточную характеристику для какого-либо напряжения на аноде, например 350 *в*, то для этого нужно провести вертикальную прямую из точки 350 *в* на оси напряжений графика анодных характеристик. В точках пересечения этой прямой с кривыми анодных характеристик для U_{c1} =—1, —2, —3... вольт (точки *1*, *2*, *3*, *4*, *5* на рис. 5,*б*) мы получим значение токов анода при напряжении на аноде U_a=350 *в*, т. е. точки *1'*, *2'*, *3'*, *4'*, *5'* на сеточной характеристике анодного тока триода (рис. 5,*а*). Пример построения анодной характеристики для U_{c1} =1 *в* показан на этих же рисунках

Рассмотренные выше характеристики называются статическими, так как любая из них отражает зависимость анодного тока только от одной переменной величины (либо от U_{c1}, либо от U_a). Однако при работе лампы все токи и напряжения изменяются одновременно. Так, например, если один триод лампы 6Н9С работает в усилителе НЧ на сопротивлениях (рис. 6), то изменение напряжения между управляющей сеткой и катодом приведет к изменению анодного тока, что, в свою очередь, вызовет изменение напряжения между анодом и катодом лампы вследствие изменения падения напряжения на сопротивлении анодной нагрузки R_a. Если, изменяя напря-

жение между сеткой и катодом лампы этого усилителя, измерять напряжение между анодом и катодом, то мы получим так называемую динамическую сеточную характеристику для данного сопротивления $R_а$ и постоянного напряжения источника питания $E_б$.

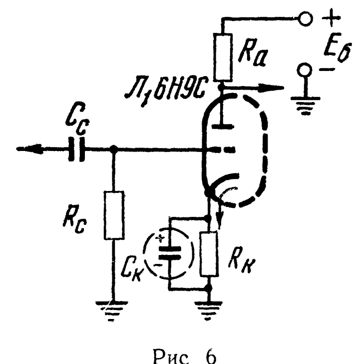


Рис 6

Такая характеристика для $R_а = 50\,000$ *ом* и $E_б = 400$ *в* проходит через точки $1', 2', 3', 4', 5'$ рис. 7,*а*. Оказывается, что динамическая характеристика на графике анодных характеристик (рис. 7,*б*) является прямой линией, которая пересекает ось напряжения в точке, соответствующей напряжению E_0 (точка 5, в данном случае 400 *в*).

Координаты любой точки этой прямой можно определить из выражения

$$I_а = \frac{E_б - U_а}{R_а}.$$

так для $U_а = 0$ *в* мы получим

$$I_а = \frac{E_б}{R_а},$$

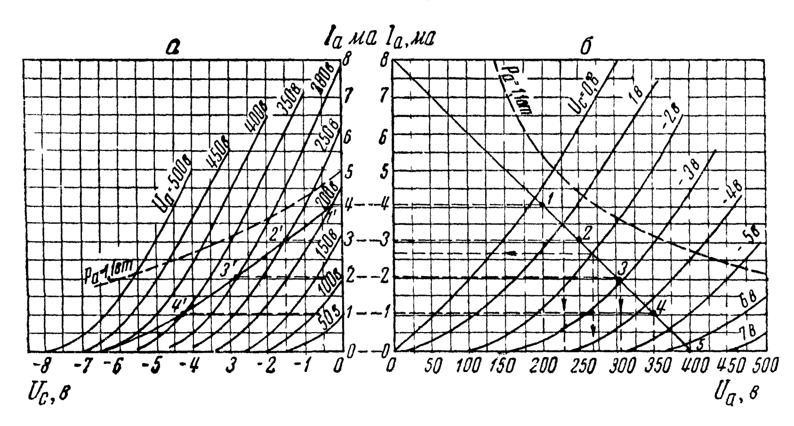


Рис 7

т. е. в нашем случае

$$I_a = \frac{400\ в}{50\,000\ ом} = 0{,}008\ a = 8\ ма.$$

Через эти две точки и проведена данная динамическая характеристика.

Проведя динамическую характеристику, легко определить, какой ток и какое напряжение на аноде будет иметь лампа при каком-либо напряжении на управляющей сетке. Так, для $U_{c1} = -2\ в$ мы получаем из рис. 7,*б*: $I_a = 2{,}7\ ма$; $U_a = 270\ в$. Пользуясь динамической характеристикой, легко с достаточной для радиолюбителя точностью определить коэффициент усиления усилителя на средних частотах K_0 при $U_{c1} = -2\ в$.

Для этого по рис. 7,*б* определяем анодные напряжения для $U_{c1} = -1\ в$ и $U_{c1} = -3\ в$, которые равны соответственно 227 и 304 *в*. При изменении напряжения на управляющей сетке на 2 *в* анодное напряжение изменилось на 304 — 227 = 77 *в*, откуда

$$K_0 = \frac{77}{2} = 38{,}5.$$

Иногда на графиках анодных характеристик изображают еще кривую максимально допустимой мощности, рассеиваемой на аноде (рис. 7,*а* и *б*, пунктирная кривая). Динамическая характеристика лампы должна проходить ниже этой кривой, так как в противном случае при некоторых режимах анод может перегреться. Пользуясь статическими характеристиками, можно определить параметры лампы: крутизну S, показывающую, на сколько миллиампер изменится анодный ток при изменении напряжения на управляющей сетке на один вольт и постоянном напряжении на аноде, внутреннее сопротивление R_i, равное отношению приращения анодного напряжения к соответствующему приращению анодного тока, и статический коэффициент усиления η, показывающий, во сколько раз больше влияет на изменение анодного тока изменение сеточного напряжения по сравнению с изменением напряжения на аноде.

Определим все эти величины с достаточной для радиолюбителя точностью, используя для примера анодные и сеточные характеристики лампы 6Н9С (рис. 8,*а* и *б*). Пусть рабочая точка $U_{c1} = -2\ в$; $I_a = 2{,}3\ ма$; $U_a = 250\ в$ (на рис 8,*а*—точка $1'$, на рис. 8,*б*—точ-

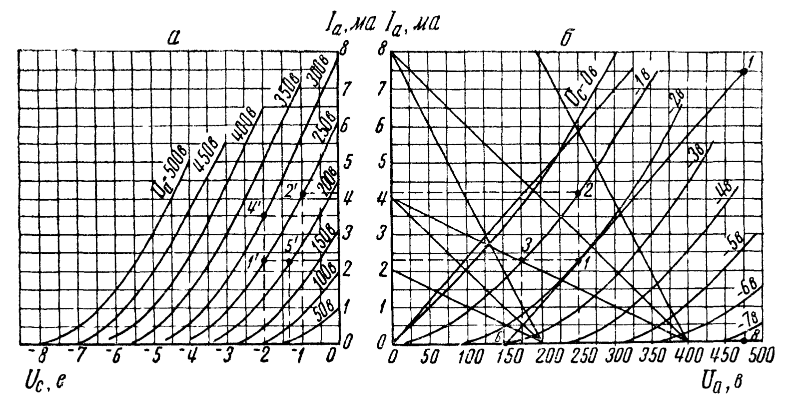


Рис 8

ка 1). Решим эту задачу, пользуясь анодными характеристиками. Для этого из рабочей точки *1* проведем вертикальную и горизонтальную линии до пересечения с анодной характеристикой для $U_c = -1$ *в* (точки *2* и *3*). Для того чтобы найти значение S, нужно разделить разность анодных токов лампы для точек 2 ($I_a = 4{,}1$ *ма*) и *1* ($I_a = 2{,}3$ *ма*) на соответствующее приращение сеточного напряжения (в нашем случае равное 1 *в*), т. е.

$$S = \frac{4{,}1\ ма - 2{,}3\ ма}{1\ в} = 1{,}8\ ма/в.$$

Чтобы найти значение μ, нужно разделить разность анодных напряжений для точек *3* ($U_a = 175$ *в*) и *1* ($U_a = 250$ *в*) на соответствующую разность напряжений на управляющей сетке, в нашем случае 1 *в*, т. е.

$$\mu = \frac{250\ в - 175\ в}{1\ в} = 75.$$

Для определения R_i нужно через рабочую точку *1* провести касательную к анодной характеристике, затем провести параллельную ей прямую через точку пересечения осей напряжения и тока и, отметив на этой прямой любую точку (*9*), разделить соответствующее этой точке значение напряжения на ток, т. е. в нашем случае

$$R_i = \frac{300\ в}{0{,}007\ а} = 43\,000\ ом.$$

Найдем эти же величины для той же рабочей точки, пользуясь сеточными характеристиками. Крутизна S оп-

ределится как разность токов для точек $1'$ и $2'$, деленная на изменение напряжения на управляющей сетке (т. е. 1 *в*); получим

$$S = \frac{4{,}1 \text{ ма} - 2{,}3 \text{ ма}}{1 \text{ в}} = 1{,}8 \text{ ма/в}.$$

Для определения статического коэффициента усиления проведем через рабочую точку $1'$ горизонтальную прямую до пересечения с сеточной характеристикой для напряжения на аноде $U_а = 200$ *в* (точка $5'$) Затем нужно разделить разность анодных напряжений для точек $1'$ ($U_а = 250$ *в*) и $5'$ ($U_а = 200$ *в*) на разность сеточных напряжений для этих же точек $1'$ ($U_1 = -2$ *в*) и $5'$ ($U_{с1} = -1{,}33$ *в*). В результате мы получим $\mu = 75$. Для определения R_i нужно провести через рабочую точку $1'$ вертикальную прямую до пересечения со следующей сеточной характеристикой — точка $4'$ ($U_а = 300$ *в*). Внутреннее сопротивление R_i чайдем как частное от деления разности анодных напряжений для точек $1'$ и $4'$ на разность токов для этих же точек:

$$R_i = \frac{300 \text{ в} - 250 \text{ в}}{0{,}0035 \text{ а} - 0{,}0023 \text{ а}} = 43 \text{ ком}.$$

На рис. 8,*б* показаны также динамические характеристики для $R_а$ — 100, 50 и 25 *ком* и разных значений $E_б$ — 200 и 400 *в*.

Пользуясь анодными характеристиками, можно решить следующие задачи:

1. Определить величину сопротивления $R_к$, которое необходимо, чтобы получить постоянное смещение $E_с = -2$ *в* на сетку лампы 6Н9С в усилителе на сопротивлениях (см. рис. 6), при условии, что $R_а = 50\,000$ *ом*, а $E_б = 250$ *в*.

Для этого проводим на графике анодных характеристик рис. 9 динамическую характеристику через точки: $U_а = E_б = 250$ *в* и

$$I_а = \frac{E_б}{R_а} = \frac{250 \text{ в}}{50\,000 \text{ ом}} = 5 \text{ ма}.$$

Точка пересечения этой прямой с анодной характеристикой для $U_{с1} = -2$ *в* дает нам значение $I_а = 1{,}2$ *ма*, откуда

$$R_к = -\frac{E_{с1}}{I_а} = 600 \text{ ом}.$$

2. Определить $I_а$, $U_а$, $E_с$ при отсутствии сигнала для лампы 6Н9С, если известно $E_б=400$ *в*, $R_а = 100\,000$ *ом*, $R_к = 4000$ *ом*.

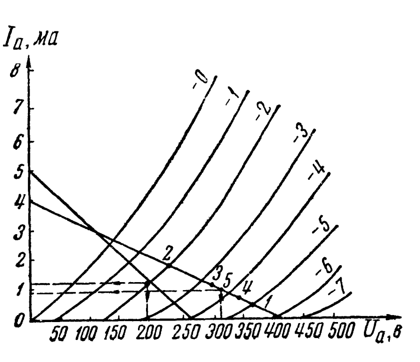


Рис. 9

Эта задача сводится к нахождению на динамической характеристике рабочей точки, в которой произведение анодного тока на $R_к$ было бы равно напряжению смещения для анодной характеристики, проходящей через эту же точку. Наиболее просто для радиолюбителя эту задачу можно решить путем ряда приближений, выбирая сначала любую точку на динамической характеристике и находя произведение тока в этой точке на величину сопротивления $R_к$. Если при этом полученное значение напряжения смещения будет больше по абсолютной величине, чем напряжение $U_{с1}$ анодной характеристики, проходящей через эту точку, то следующая пробная точка должна иметь меньший анодный ток и наоборот.

Поясним это на примере: проведем динамическую характеристику через точки $U_а = E_б = 400$ *в* (рис. 9) и $I_а = \frac{E_б}{R_а} = 4$ *ма*. Выбираем первую пробную точку *1* на пересечении динамической характеристики с анодной характеристикой для $U_{с1}=-5$ *в*. Произведение $I_а \cdot R_к$ дает значение 2 *в*, т. е. точку *2*. Следующую пробную точку выбираем согласно правилу с большим током анода: точка *3* — пересечение динамической характеристики с анодной характеристикой для $U_{с1} = -3{,}5$ *в* (на графике не показана).

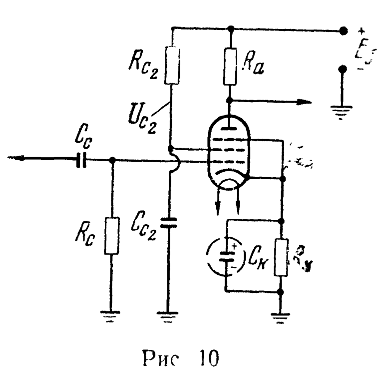


Рис 10

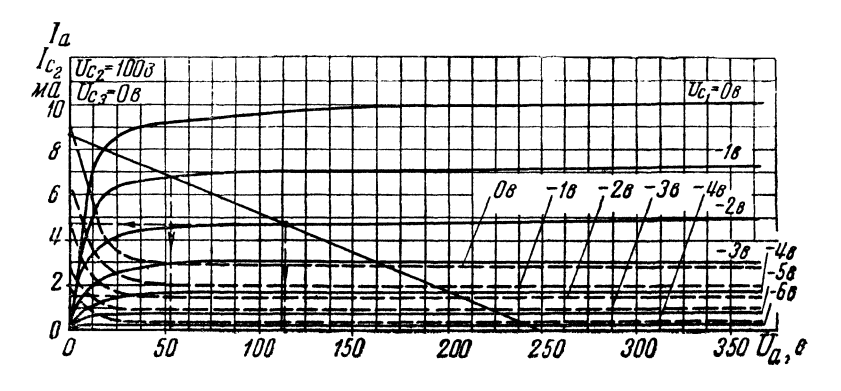


Рис. 11

Произведение $R_к \cdot I_а$ равняется в этом случае 4,4 *в*, т. е. рабочая точка лежит где-то между точками *1* и *3*. Дальнейший подбор дает рабочую точку *5*, для которой $E_{c1} = -3{,}8$ *в*; $I_а = 0{,}95$ *ма*; $U_к = 310$ *в*.

3. Определить величины $R_к$ и R_2 усилителя напряжения на пентоде 6Ж8, схема которого показана на рис. 10, если известно:

$$R_а = 29\,000 \text{ ом}; \; E_б = 250 \text{ в}; \; U_{c2} = 100 \text{ в};$$

$$U_{c3} = 0 \text{ в}; \; U_{c1} = -2 \text{ в}.$$

Проводим динамическую характеристику через точки

$$U_а = E_б = 250 \text{ в и } I_а = \frac{E_б}{R_а} = 8{,}7 \text{ ма} \quad (\text{рис. } 11).$$

Определяем по динамической характеристике для $U_{c1} = -2$ *в*

$$I_а = 4{,}8 \text{ ма}; \quad I_{c2} = 1{,}6 \text{ ма},$$

откуда

$$R_к = \frac{U_{c1}}{I_а + I_{c2}} = \frac{2в}{0{,}0048а + 0{,}0016а} = 310 \text{ ом}.$$

Так как напряжение на экранной сетке должно быть равно 100 *в*, падение напряжения на сопротивлении R_{c2} равно

$$U_{R_{c2}} = E_б - U_{c2} = 250 \text{ в} - 100 \text{ в} = 150 \text{ в}.$$

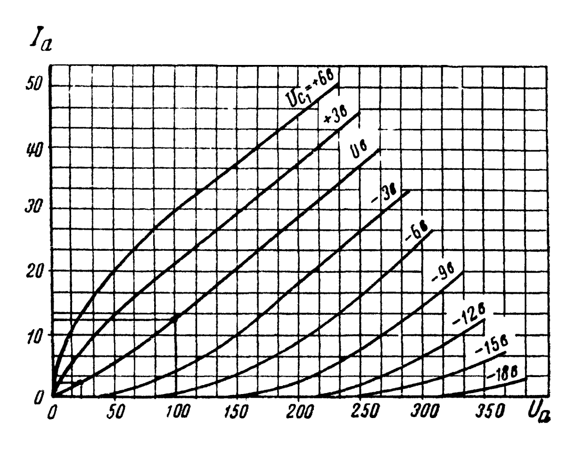


Рис. 12

откуда

$$R_{c2} = \frac{E_б - U_{c2}}{I_{c2}} = 94\,000 \text{ ом}.$$

В справочниках по радиолампам обычно приводятся анодные характеристики пентодов, снятые при номинальном напряжении на экранирующей сетке U_{c2}. Для пересчета характеристик пентода на новое напряжение экранной сетки можно воспользоваться специальными кривыми, показанными на рис. 13 и 14, или, в случае их

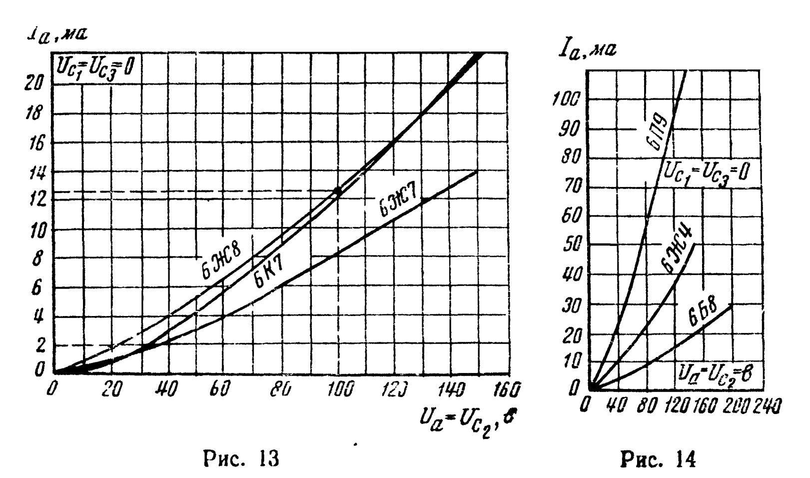


Рис. 13

Рис. 14

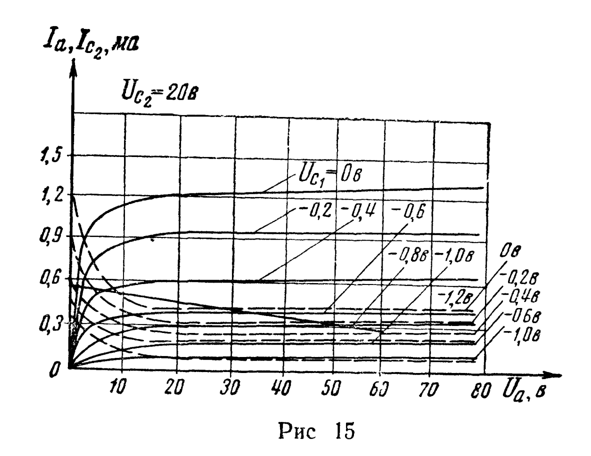


Рис 15

отсутствия, анодной характеристикой пентода в триодном включении при $U_{c1} = 0$ *в* (см. рис. 12, на котором даны анодные характеристики пентода 6Ж8 в триодном включении). Разберем этот способ на примере.

Надо пересчитать анодные характеристики пентода 6Ж8 для $U'_{c2} = 100$ *в* на анодные характеристики $U_{c2} = 20$ *в*.

1) Определим коэффициент изменений напряжений:

$$n = \frac{U''_{cч}}{U'_{c1}} = \frac{20}{100} = 0,2.$$

2) Из графика рис. 13 определим коэффициент изменения токов:

$$m = \frac{I''_a}{I'_a} = \frac{2}{12} = 0,166\,.$$

3) Умножаем на эти коэффициенты соответственно значения всех токов и напряжений на исходных анодных характеристиках. Таким способом получены анодные характеристики рис. 15. Исходная характеристика для $U_{c2} = 100$ *в* показана на рис. 11.

Пользуясь приведенными выше примерами расчета, радиолюбитель может определить параметры электронных ламп и выбрать для них наиболее эффективный режим работы.

ПРИПОИ И ФЛЮСЫ

А. Черников

Одним из основных элементов электромонтажных и радиомонтажных работ является пайка. Качество монтажа во многом определяется правильным выбором необходимых припоев и флюсов, применяемых при пайке проводов, сопротивлений, конденсаторов и т. п.

Для облегчения этого выбора ниже приводятся краткие сведения о твердых и легких припоях и флюсах, пользовании ими и их изготовлении.

Пайка представляет собой соединение твердых металлов при помощи расплавленного припоя, имеющего температуру плавления меньшую, чем температура плавления основного металла.

Припой должен хорошо растворять основной металл, легко растекаться по его поверхности, хорошо смачивать всю поверхность пайки, что обеспечивается лишь при полной чистоте смачиваемой поверхности основного металла.

Для удаления окислов и загрязнений с поверхности спаиваемого металла, защиты его от окисления и лучшего смачивания припоем служат химические вещества, называемые флюсами.

Температура плавления флюсов ниже, чем температура плавления припоя. Различают две группы флюсов: 1) химически активные, растворяющие пленки окиси, а часто и сам металл (соляная кислота, бура, хлористый аммоний, хлористый цинк) и 2) химически пассивные, защищающие лишь спаиваемые поверхности от окисления (канифоль, воск, стеарин и т. п.).

В зависимости от химического состава и температуры плавления припоев различают пайку твердыми и мягкими припоями. К твердым относятся припои с температурой плавления выше 400°C, к легким — припои с температурой плавления до 400°C.

Основные материалы, применяемые для пайки

Олово — мягкий, ковкий металл серебристо-белого цвета. Удельный вес при температуре 20°C 7,31. Температура плавления 231,9°C. Хорошо растворяется

в концентрированной соляной или серной кислоте. Сероводород на него почти не влияет. Ценным свойством олова является его устойчивость во многих органических кислотах. При комнатной температуре мало поддается окислению, но при воздействии температуры ниже 18°C способен переходить в серую модификацию («оловянная чума»). В местах появления частиц серого олова происходит разрушение металла. Переход белого олова в серое резко ускоряется при понижении температуры до —50°C. Для пайки может применяться как в чистом виде, так и в виде сплавов с другими металлами.

Свинец — синевато-серый металл, мягкий, легко поддается обработке, режется ножом. Удельный вес при температуре 20°C 11,34. Температура плавления 327°C. На воздухе окисляется только с поверхности. В щелочах, а также в азотной и органических кислотах растворяется легко. Стоек против воздействий серной кислоты и сернокислых соединений. Применяется для изготовления припоев.

Кадмий — серебристо-белый металл, мягкий, пластичный, механически непрочный. Удельный вес 8,6. Температура плавления 321°C. Применяется как для антикоррозийных покрытий, так и в сплавах со свинцом, оловом, висмутом для легкоплавких припоев.

Сурьма — хрупкий серебристо-белый металл. Удельный вес 6,68. Температура плавления 630,5°C. На воздухе не окисляется. Применяется в сплавах со свинцом, оловом, висмутом, кадмием для легкоплавких припоев.

Висмут — хрупкий серебристо-серый металл. Удельный вес 9,82. Температура плавления 271°C. Растворяется в азотной и горячей серной кислотах. Применяется в сплавах с оловом, свинцом, кадмием для получения легкоплавких припоев.

Цинк — синевато-серый металл. В холодном состоянии хрупок. Удельный вес 7,1. Температура плавления 419°C. В сухом воздухе окисляется, во влажном воздухе покрывается пленкой окиси, которая предохраняет его от разрушения. В соединении с медью дает ряд прочных сплавов. Легко растворяется в слабых кислотах. Применяется для изготовления твердых припоев и кислотных флюсов.

Медь — красноватый металл, тягучий и мягкий.

Удельный вес 8,6÷8,9. Температура плавления 1083°C. Растворяется в серной и азотной кислотах и в аммиаке. В сухом воздухе почти не поддается окислению, в сыром воздухе покрывается окисью зеленого цвета. Применяется для изготовления тугоплавких припоев и сплавов.

Канифоль — продукт переработки смолы хвойных деревьев. Более светлые сорта канифоли (более тщательно очищенные) считаются лучшими. Температура размягчения канифоли от 55 до 83°C. Применяется как флюс для пайки мягкими припоями.

Мягкие припои

Пайка мягкими припоями получила широкое распространение, особенно при производстве монтажных работ. Наиболее часто применяемые мягкие припои содержат значительное количество олова. В табл. 1 приведены составы некоторых свинцово-оловянных припоев.

Таблица 1

Марка	Химический состав в %						Температура плавления в °C	
	олово	свинец	сурьма	примесей не более				
				медь	висмут	мышьяк	начало	конец
ПОС-90	90	9,62	0,15	0,08	0.1	0,05	183	222
ПОС-40	40	57,75	2,0	0,1	0,1	0,05	183	230
ПОС-30	30	67,7	2,0	0,15	0,1	0,05	183	250
ПОС-18	18	79,2	2,5	0,15	0,1	0,05	183	270

При выборе типа припоя необходимо учитывать его особенности и применять в зависимости от назначения спаиваемых деталей. При пайке деталей, не допускающих перегрева, используются припои, имеющие низкую температуру плавления.

Наибольшее применение находит припой марки ПОС-40. Он применяется при пайке соединительных проводов, сопротивлений, конденсаторов. Припой ПОС-30 используют для пайки экранирующих покрытий, латунных пластинок и других деталей. Наряду с примене-

нием стандартных марок находит применение и припой ПОС-60 (60% олова и 40% свинца).

Мягкие припои изготовляются в виде прутков, болванок, проволоки (диаметром до 3 *мм*) и трубок, наполненных флюсом. Технология указанных припоев без специальных примесей несложна и вполне осуществима в условиях мастерской: свинец расплавляют в графитовом или металлическом тигле и в него небольшими частями добавляют олово, содержание которого определяют в зависимости от марки припоя. Жидкий сплав перемешивают, снимают нагар с поверхности и расплавленный припой выливают в деревянные или стальные формочки. Добавление висмута, кадмия и других присадок не обязательно.

Для пайки различных деталей, не допускающих значительного перегрева, применяются особо легкоплавкие припои, которые получают добавлением в свинцово-оловянные припои висмута и кадмия или одного из этих металлов. В табл. 2 приведены составы некоторых легкоплавких припоев.

Таблица 2

Химический состав в %				Температура плавления в °С
олово	свинец	висмут	кадмий	
45	45	10	—	160
43	43	14	—	155
40	40	20	—	145
33	33	34	—	124
15	32	53	—	96
13	27	50	10	70
12,5	25	50	12,5	66

При использовании висмутовых и кадмиевых припоев следует учитывать, что они обладают большой хрупкостью и создают менее прочный спай, чем свинцово-оловянные.

Твердые припои

Твердые припои создают высокую прочность шва. В электро-и радиомонтажных работах они используются значительно реже, чем мягкие припои. В табл. 3 приведены составы некоторых медно-цинковых припоев.

Таблица 3

Марка	Химический состав в %						Температура плавления в °С
	медь	цинк	примесей не более				
			сурьма	свинец	олово	железо	
ПМЦ-42	40—45	остальное	0,1	0,5	1,6	0,5	830
ПМЦ-47	45—49		0,1	0,5	1,5	0,5	850
ПМЦ-53	49—53		0,1	0,5	1,5	0,5	870

В зависимости от содержания цинка изменяется цвет припоя. Эти припои применяются для пайки бронзы, латуни, стали и других металлов, имеющих высокую температуру плавления. Припой ПМЦ-42 применяется при пайке латуни с содержанием 60—68% меди. Припой ПМЦ-52 применяется при пайке меди и бронзы. Медно-цинковые припои изготовляются путем сплавления меди и цинка в электропечах, в графитовом тигле. По мере расплавления меди в тигель добавляют цинк, после расплавления цинка добавляется около 0,05% фосфорной меди. Расплавленный припой разливается в формочки. Температура плавления припоя должна быть меньше температуры плавления припаиваемого металла. Кроме указанных медно-цинковых припоев, находят применение и серебряные припои. Составы последних приведены в табл. 4.

Таблица 4

Марка	Химический состав в %					Температура плавления в °С
	серебро	медь	цинк	примеси не более		
				свинец	всего	
ПСР-10	9,7—10,3	52—54	остальное	0,5	1,0	830
ПСР-12	11,7—12,3	35—37		0,5	1,0	785
ПСР-25	24,7—25,3	39—41		0,5	1,0	765
ПСР-45	44,5—45,5	29,5—30,5		0,3	0,5	720
ПСР-65	64,5—65,5	19,5—20,5		0,3	0,5	740
ПСР-70	69,5—70,5	25,5—26,5		0,3	0,5	780

Серебряные припои обладают большой прочностью, спаянные ими швы хорошо изгибаются и легко обрабатываются. Припои ПСР-10 и ПСР-12 применяются для пайки латуни, содержащей не менее 58% меди, припои ПСР-25 и ПСР-45 — для пайки меди, бронзы и латуни, припой ПСР-70 с наиболее высоким содержанием серебра — для пайки волноводов, объемных контуров и т п.

Кроме стандартных серебряных припоев, используются и другие, составы которых приведены в табл. 5.

Таблица 5

Химический состав в %					Температура плавления в °С
серебро	медь	цинк	кадмий	фосфор	
20	45	30	5	—	760
72	28	—	—	—	780
15	80	—	—	5	640
50	15,5	16,5	18	—	630

Первый из них применяется для пайки меди, стали, никеля, второй, обладающий высокой проводимостью,— для пайки проводов; третий может применяться для пайки меди, но не пригоден для черных металлов; четвертый припой обладает особой легкоплавкостью, является универсальным для пайки меди, ее сплавов, никеля, стали.

В ряде случаев в качестве припоя используется технически чистая медь с температурой плавления 1083°С.

Припои для пайки алюминия

Пайка алюминия вызывает большие затруднения вследствие его способности легко окисляться на воздухе. В последнее время находит применение пайка алюминия с помощью ультразвуковых паяльников. В табл. 6 приведены составы некоторых припоев для пайки алюминия.

Таблица 6

Химический состав в %						Примечание
олово	цинк	кадмий	алюминий	кремний	медь	
55	25	20	—	—	—	Мягкие припои
40	25	20	15	—	—	
63	36	—	1	—	—	
45	50	—	5	—	—	
78—69	20—25	2—6	—	—	—	
—	—	—	69,8—64,5	5,2—6,5	25—29	Твердый припой с температурой плавления 525°С

При пайке алюминия в качестве флюсов применяют органические вещества: канифоль, стеарин и т. п.

Последний припой (твердый) применяется со сложным флюсом, в состав которого входит: хлористый литий (25—30%), фтористый калий (8—12%), хлористый цинк (8—15%), хлористый калий (59—43%). Температура плавления флюса около 450°С.

Флюсы

От качества флюса во многом зависит хорошее смачивание припоем мест спайки и образование прочных швов. При температуре паяния флюс должен плавиться и растекаться равномерным слоем, в момент же пайки он должен всплывать на внешнюю поверхность припоя. Температура плавления флюса должна быть несколько ниже температуры плавления применяемого припоя.

Химически активные флюсы (кислотные) — это флюсы, имеющие в большинстве случаев в своем составе свободную соляную кислоту. Существенным недостатком кислотных флюсов является интенсивное образование коррозии паяных швов.

К химически активным флюсам прежде всего относится соляная кислота, которая употребляется для пай-

ки стальных деталей мягкими припоями. Кислота, оставшаяся после пайки на поверхности металла, растворяет его и вызывает появление коррозии. После пайки изделия необходимо промыть горячей проточной водой. Применение соляной кислоты при пайке радиоаппаратуры запрещается, так как во время эксплуатации возможно нарушение электрических контактов в местах пайки. Следует учитывать, что соляная кислота при попадании на тело вызывает ожоги.

Хлористый цинк (травленая кислота) в зависимости от условий пайки применяется в виде порошка или раствора. Используется для пайки латуни, меди и стали. Для приготовления флюса необходимо в свинцовой или стеклянной посуде растворить одну весовую часть цинка в пяти весовых частях 50-процентной соляной кислоты. Признаком образования хлористого цинка служит прекращение выделения пузырьков водорода. Из-за того, что в растворе всегда имеется небольшое количество свободной кислоты, в местах пайки возникает коррозия, поэтому после пайки место спая должно тщательно промываться в проточной горячей воде. Пайку с хлористым цинком в помещении, где находится радиоаппаратура, производить нельзя. Применять хлористый цинк для пайки электро- и радиоаппаратуры также нельзя. Хранить хлористый цинк необходимо в стеклянной посуде с плотно закрытой стеклянной пробкой.

Бура (водная натриевая соль пироборной кислоты) применяется как флюс при пайке латунными и серебряными припоями. Легко растворяется в воде. При нагревании превращается в стекловидную массу. Температура плавления 741°С. Соли, образующиеся при пайке бурой, необходимо удалять механической зачисткой. Порошок буры следует хранить в герметически закрытых стеклянных банках.

Нашатырь (хлористый аммоний) применяется в виде порошка для очистки рабочей поверхности паяльника перед лужением.

Химически пассивные флюсы (бескислотные)

К бескислотным флюсам относятся различные органические вещества: канифоль, жиры, масла и глицерин. Наиболее широко в электро-и радиомонтажных рабо-

тах применяется канифоль (в сухом виде или раствор ее в спирте). Самое ценное свойство канифоли, как флюса, заключается в том, что ее остатки после пайки не вызывают коррозии металлов. Канифоль не обладает ни восстанавливающими, ни растворяющими свойствами. Она служит исключительно для предохранения места пайки от окисления. Для приготовления спиртово-канифольного флюса берется одна весовая часть толченой канифоли, которая растворяется в шести весовых частях спирта. После полного растворения канифоли флюс считается готовым. При применении канифоли места пайки должны быть тщательно очищены от окислов. Часто для пайки с канифолью детали следует предварительно облуживать.

Стеарин не вызывает коррозии. Используется для пайки с особо мягкими припоями свинцовых оболочек кабелей, муфт и др. Температура плавления около 50°C.

В последнее время широкое применение получила группа флюсов ЛТИ, применяемых для пайки металлов мягкими припоями. По своим антикоррозийным свойствам флюсы ЛТИ не уступают бескислотным, но в то же время с ними можно паять металлы, которые раньше не поддавались пайке, например детали с гальваническими покрытиями. Флюсы ЛТИ могут применяться также для пайки железа и его сплавов (включая нержавеющую сталь), меди и ее сплавов и металлов с высоким удельным сопротивлением (см. табл. 7).

При пайке с флюсом ЛТИ достаточно произвести очистку мест пайки только от масел, ржавчины и других загрязнений. При пайке оцинкованных деталей удалять цинк с места пайки не следует. Перед пайкой де-

Таблица 7

Наименование	В весовых пропорциях		
	ЛТИ-1	ЛТИ-115	ЛТИ-120
Спирт-сырец или ректификат	67—73	63—74	63—74
Канифоль	20—25	20—25	20—25
Солянокислый анилин	3—7	—	—
Метафенилендиамин	—	3—5	—
Диэтиламин солянокислый	—	—	3—5
Триэтаноламин	1—2	1—2	1—2

талей с окалиной последняя должна быть удалена травлением в кислотах. Предварительное травление латуни не требуется. Флюс наносится на место спая с помощью кисточки, что можно сделать заблаговременно. Хранить флюс следует в стеклянной или керамической посуде. При пайке деталей сложного профиля можно применять паяльную пасту с добавлением флюса ЛТИ-120. Она состоит из 70—80 *г* вазелина, 20—25 *г* канифоли и 50—70 *млг* флюса ЛТИ-120.

Но флюсы ЛТИ-1 и ЛТИ-115 имеют один большой недостаток: после пайки остаются темные пятна, а также при работе с ними необходима интенсивная вентиляция. Флюс ЛТИ-120 не оставляет темных пятен после пайки и не требует интенсивной вентиляции, поэтому применение его значительно шире. Обычно остатки флюса после пайки можно не удалять. Но если изделие будет эксплуатироваться в тяжелых коррозийных условиях, то после пайки остатки флюса удаляются при помощи концов, смоченных спиртом или ацетоном. Изготовление флюса технологически несложно: в чистую деревянную или стеклянную посуду заливается спирт, насыпается измельченная канифоль до получения однородного раствора, затем вводится триэтаноламин, а затем активные добавки. После загрузки всех компонентов смесь перемешивается в течение 20—25 минут. Изготовленный флюс необходимо проверить на нейтральную реакцию с лакмусом или метилоранжем. Срок хранения флюса не более 6 месяцев.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ И ТРИОДЫ

Нашей промышленностью в широком ассортименте выпускаются полупроводниковые диоды и триоды. Многие из них имеются в розничной продаже и применяются в промышленной и любительской радиоаппаратуре.

Плоскостные полупроводниковые диоды в основном используются в выпрямителях переменного тока вместо кенотронов. Например, двуханодный кенотрон 5Ц4С во многих случаях можно с успехом заменить двумя высоковольтными плоскостными диодами ДГ-Ц27 (Д-205).

Для повышения надежности выпрямителя вместо

одного диода часто используют два, соединяя их последовательно и шунтируя каждый из диодов сопротивлением 50—100 ком. Плоскостные германиевые диоды можно использовать в накальных выпрямителях приемников с универсальным питанием, а также в выпрямителях для зарядки аккумуляторов.

Плоскостные диоды могут также применяться в низкочастотных измерительных приборах и, в частности, в авометрах для выпрямления измеряемого напряжения.

В последнее время плоскостные диоды, а особенно специальные диоды — стабилитроны — используются в качестве конденсаторов с управляемой емкостью (см. журнал «Радио» № 4 за 1959 г.).

В качестве детекторов и выпрямителей высокочастотного напряжения плоскостные диоды не применяются, так как они обладают слишком большой емкостью, которая шунтирует высокочастотные цепи.

В высокочастотных цепях используются точечные германиевые и кремниевые диоды, многие из которых хорошо работают на самых высоких частотах, вплоть до УКВ. Наиболее широко точечные диоды применяются в приемниках в детекторе сигнала и в выпрямителе АРУ, а также в высокочастотных измерительных приборах для выпрямления измеряемого напряжения.

Среди полупроводниковых триодов наибольшее распространение получили плоскостные германиевые триоды. Точечные триоды в любительских условиях практически не применяются. Применение полупроводниковых триодов в любительской аппаратуре в основном ограничивается переносными и особенно карманными приемниками и преобразователями напряжения.

Во всех каскадах приемников, как правило, используются триоды малой мощности и в том числе триоды старых серий П1, П2 и более поздней серии П6. По своим параметрам и конструктивному выполнению многие триоды серии П6 полностью соответствуют выпускаемым в настоящее время триодам П13, П14, П15.

В усилителях могут быть использованы практически любые триоды указанных выше серий. Триоды для высокочастотных каскадов следует выбирать, учитывая их граничную частоту (предельную частоту усиления по току $F\alpha_0$).

Простейшие приборы для проверки полупроводнико-

вых триодов и определения их параметров описаны в журнале «Радио» № 4 за 1959 г., стр. 23.

Ниже приводятся данные основных типов полупроводниковых диодов и триодов, выпускаемых отечественной промышленностью. Параметры измерены при температуре окружающей среды 20°±5°С.

Точечные полупроводниковые диоды

А. Германиевые диоды (рабочая температура от —60° до +70° С). Д1 (рис. 1, табл. 1), Д2 (рис. 2, табл. 2) и Д10—Д14 (рис. 2, табл. 1). Рабочая частота до 150 *Мгц*, Д9 (рис. 1, табл. 1). Рабочая частота до 40 *Мгц*.

Б. Кремниевые диоды (рабочая температура от —60° до +150°С). Д101—Д103 (рис. 2, табл. 1). Рабочая частота до 200 *Мгц*.

Плоскостные полупроводниковые диоды

А. Германиевые диоды (рабочая температура от —60° до +70°С). Д7 (конструкция аналогична рис. 3, табл. 3). Рабочая частота до 50 *кгц*.

Б. Кремниевые диоды (рабочая температура от —60° до +125° С). Д202—Д205 и Д302—Д305 (рис. 4 и 5, табл. 4). Рабочая частота до 100 *кгц*.

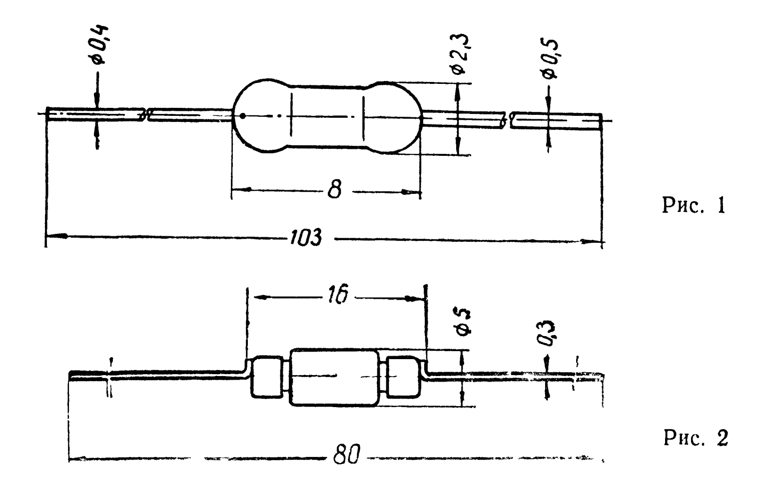


Рис. 1

Рис. 2

Полупроводниковые кремниевые стабилитроны

Д808—Д810, Д813 (рис. 3, табл. 5). Рабочая температура от —60° до +125° С.

Плоскостные полупроводниковые триоды

А. Германиевые триоды (р-п-р). П4 (рис. 6, табл. 6) и П201—П203 (рис. 7, табл. 7). Мощные триоды для выходных каскадов усилителей НЧ, переключающих устройств и преобразователей напряжения. Рабочая температура от —60° до +70° С. Предельная частота (в режиме усиления по току в схеме с общим основанием) 150 *кгц*.

П5 (рис. 8, табл. 8). Низкочастотные триоды небольшой мощности для усилителей НЧ, измерительных приборов, слуховых аппаратов и т. п. Рабочая температура от —60° до +70° С. Предельная частота (в режиме усиления по току в схеме с общим основанием) 300 *кгц*.

П13—П15 (рис. 9, табл. 9). Высокочастотные триоды, выпускаемые взамен триодов серии П6. Рабочая температура от —60° до +85° С.

Б. Германиевые триоды (п-р-п). П8—П11 (рис. 9, табл. 10). Триоды предназначены для двухтактных бестрансформаторных усилителей НЧ. Рабочая температура от —60° до +70° С.

В. Германиевые диффузионные триоды (р-п-р). П401—П403 (рис. 9, табл. 11). Триоды предназначены для усиления и генерирования колебаний ВЧ. Рабочая температура от —60° до +85° С.

Г. Кремниевые триоды (п-р-п). П101—П103 (рис. 9, табл. 12). Рабочая температура от —60° до +120°.

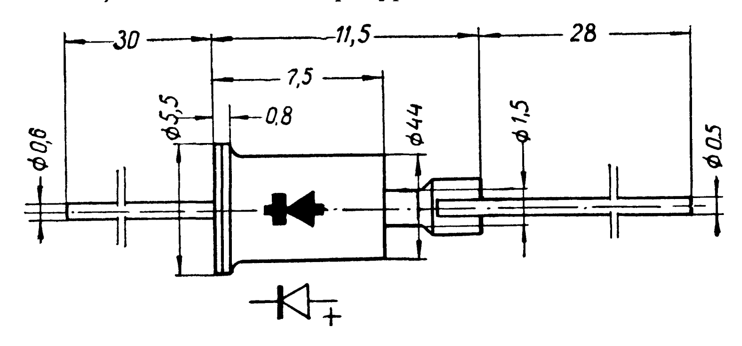


Рис 3

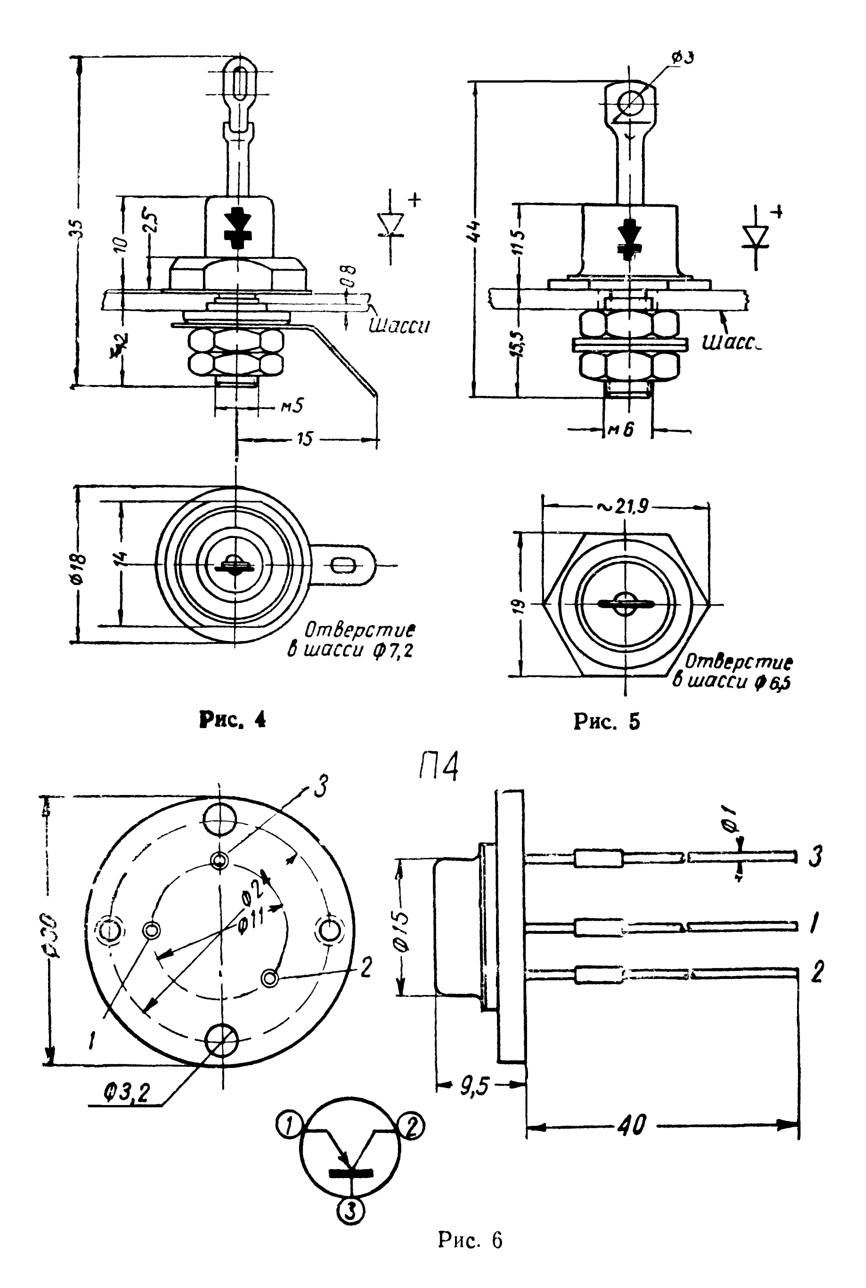


Рис. 4

Рис. 5

Рис. 6

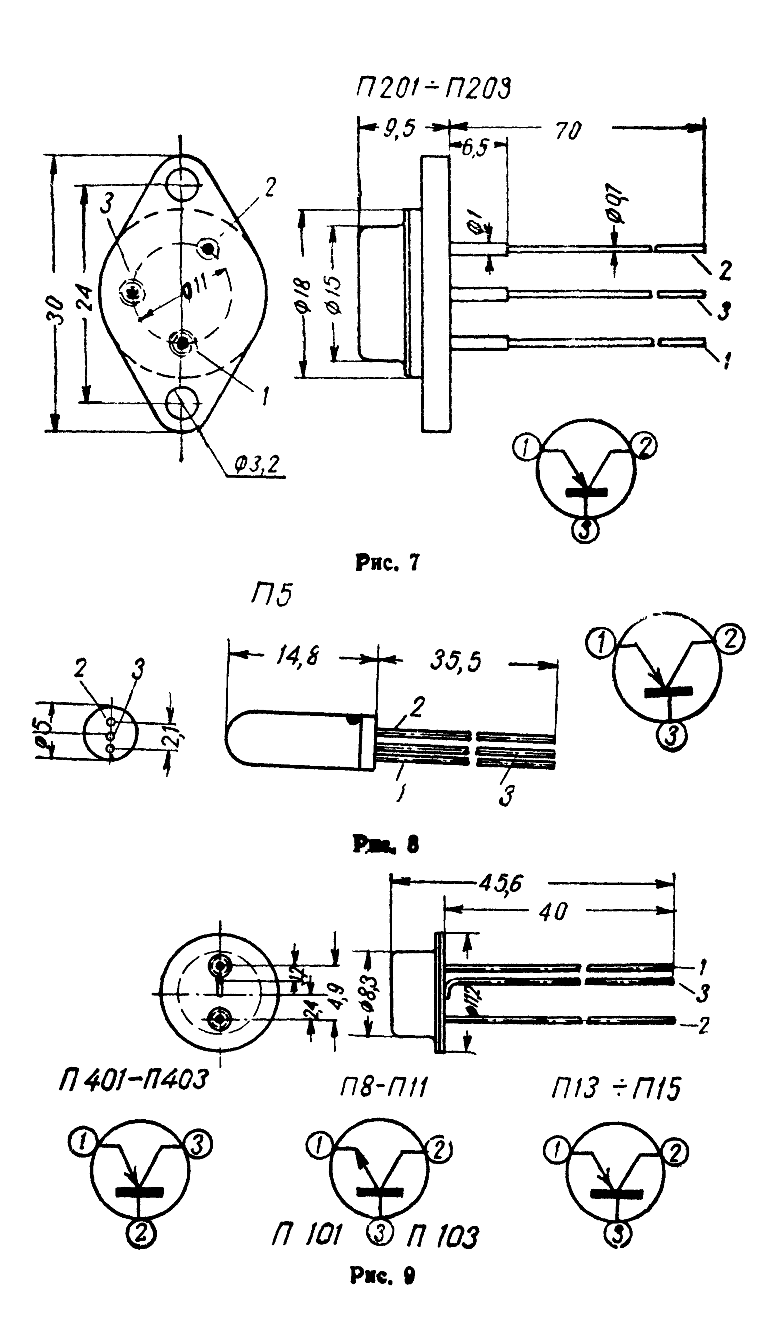


Рис. 7

Рис. 8

Рис. 9

Таблица 1

Тип прибора	Выпрямленный ток, не более (ср. значение), *ма*	Прямой ток при напряж. 1 *в*, не менее, *ма*	Обратный ток		Обратное напряжение, *в*	Амплитуда обратного пробивного напряжения, не менее, *в*
			не более, *ма*	при напряжении, *в*		
Д1А	16	2,5	0,25	—10	20	40
Д1Б	16	1	0,25	—25	30	45
Д1В	25	7,5	0,25	—25	30	25
Д1Г	16	5	0,25	—50	50	75
Д1Д	16	2,5	0,25	—75	75	110
Д1Е	12	1	0,25	—100	100	150
Д1Ж	12	5	0,25	—100	100	150
Д9А	25	10	0,25	—10	10	—
Д9Б	40	90	0,25	—10	10	—
Д9В	20	10	0,25	—30	30	—
Д9Г	25	30	0,25	—30	30	—
Д9Д	30	60	0,25	—30	30	—
Д9Ж	15	10	0,25	—100	100	—
Д9Е	20	30	0,25	—50	50	—
Д10	3	—	0,1	—10	10	20
Д10А	5	—	0,2	—10	10	20
Д10Б	8	—	0,2	—10	10	20
Д11	20	100	0,1	—10	30	40
Д12	20	50	0,07	—10	50	75
Д12А	20	100	0,05	—10	50	75
Д13	20	100	0,05	—10	50	100
Д14	20	30	0,07	—10	100	125
Д14А	20	100	0,07	—10	100	125
Д101	30	—	0,01	—	75	—
Д101А	30	1	0,01	—	75	—
Д102	30	—	0,01	—	50	—
Д102А	30	1	0,01	—	50	—
Д103	30	—	0,03	—	30	—
Д103А	30	1	0,03	—	30	—

Таблица 2

Тип прибора	Парамегры									Предельно допустимые величины		
	$I_{выпр}$, *ма* макс.	$I_{обр}$, *ма* макс. при напряжении							$U_{проб}$, *в*	$U_{обр}$, *в*	$I_{выпр}$, *ма*	I макс, *а* не дольше 0,1 сек.
		—1 *в*	—7 *в*	—10 *в*	—30 *в*	—50 *в*	—100 *в*	—150 *в*				
Д2А	50	⩽50	0,25	—	—	—	—	—	— 15	— 10	150	0,4
Д2Б	16	5—10	—	0,1	—	—	—	—	— 45	— 30	50	0,4
Д2В	25	⩽10	—	—	0,25	—	—	—	— 60	— 40	75	0,4
Д2Г	16	2—5	—	—	—	0,25	—	—	—100	— 75	50	0,4
Д2Д	16	5—10	—	—	—	0,25	—	—	—100	— 75	50	0,4
Д2Е	16	5—10	—	—	—	—	0,25	—	—150	—125	50	0,4
Д2Ж	8	2—10	—	—	—	—	—	0,25	—200	—175	25	0,4

Таблица 3

Тип прибора	По параметрам аналогичен типу	Параметры			Предельно допустимые величины	
		$I_{выпр}$, *ма*	$I_{обр}$, *ма* макс.	$U_{проб}$, *в* мин.	$U_{обр}$, *в*	$I_{выпр}$, *а* не дольше 0,1 сек.
Д7А	ДГ-Ц21	300	0,25	— 75	— 50	25
Д7Б	ДГ Ц22	300	0,25	—150	—100	25
Д7В	ДГ-Ц23	300	0,25	—225	—150	25
Д7Г	ДГ-Ц24	300	0,25	—300	—200	25
Д7Д	ДГ-Ц25	100	0,3	—450	—300	25
Д7Е	ДГ-Ц26	100	0,3	—525	—350	25
Д7Ж	ДГ-Ц27	100	0,3	—600	—400	25

Таблица 4

Тип прибора	Максимальный выпрямленный ток, *а* (ср)	Максимальное обратное рабочее напряжение, *в* (амп)	Прямое падение напряжения при номинальном выпрямленном токе, *в* (ср)	Обратный ток при максимальном рабочем напряжении, *ма* (ср.)
Д202	0,4	100	1,0	0,5
Д203	0,4	200	1,0	0,5
Д204	0 4	300	1,0	0,5
Д205	0,4	400	1,0	0,5
Д302	1	200	0,25	1,0
Д303	3	150	0,3	1 0
Д304	5	100	0 3	3,0
Д305	10	50	0,35	3,0

Примечание. В случае работы диодов Д11, Д12, Д13, Д14, Д14А в цепи постоянного тока величина тока, длительно протекающего через прибор должна быть не более 5 *ма*

Для диодов Д1, Д9, Д101, Д103 значения обратных напряжений наибольшие

Для диодов Д11, Д12, Д12А, Д13 Д14 Д14А значения обратных напряжений наименьшие (при токе 250 *мка*)

У диодов Д12, Д14 прямой ток при напряжении +0,5 *в* должен быть не менее 2 *ма;* у Д11, Д12, Д12А, Д13, Д14А прямой ток при напряжении +0,5 *в* должен быть не менее 5 *ма*

У диодов Д101, Д102, Д103 прямой ток при напряжении +2 *в* должен быть не менее 2 *ма.*

Таблица 5

Тип прибора	Напряжение стабилизации при токе стабилизации 5 *ма*, *в*	Динамическое сопротивление при токе стабилизации не более 1 *ма*	Динамическое сопротивление при токе стабилизации 5 *ма*, *ом*	Максимально допустимый ток стабилизации *ма*
Д808	7— 8,5	12	6	33
Д809	8— 9,5	18	10	29
Д810	9—10,5	25	12	26
Д811	10—12	30	15	23
Д813	11,5—14	35	18	20

Примечание Прямое падение напряжения равно 1 *в* Максимально допустимая мощность рассеяния 280 *мвт*

Обратное сопротивление при смещении — 1 *в* равно 10 *Мом*

Таблица 6[5]

Тип прибора	Параметры					Предельно допустимые величины			
	коэффициент усиления по току[1] h_{21}	коэффициент нелинейных искажен.[2] не более %	коэффициент усиления по мощности[2], не менее *дб*	обратный ток коллектора[3] $(I_{ко})^3$, не более *ма*	начальный ток коллектора[4], не более *ма*	наибольший ток основания, *а*	наибольшее отриц. напр. коллект.		
							в схеме с заземлен. основанием, *в*	в схеме с заземленным эмитером, *в*	в схеме с заземленным коллектором, *в*
П4А	не менее 5	15	20	0,5	50	1,2	60	50	40
П4Б	8—20	10	23	0,4	20	1,2	70	60	50
П4В	не менее 10	—	—	0,4	20	1,2	50	35	25
П4Г	10—20	10	27	0,4	20	1,2	60	50	40
П4Д	не менее 20	10	30	0,4	20	1,2	60	50	40

[1] В режиме короткого замыкания в схеме с заземленным эмигером, при напряжении коллектора —10 *в* и токе коллектора 2 *а* на частоте 1000 *гц*

[2] В схеме с заземленным эмигером в режиме класса «А», на частоте 100 *гц*, при внутреннем сопротивлении генератора сигналов 15 *ом* и сопротивлении нагрузки 25 *ом*, токе коллектора 1 *а*, напряжении коллектора — 26 *в*

[3] При напряжении коллектора равном —10 *в* и токе эмитера равном нулю.

[4] При напряжении коллектора равном —50 *в* для прибора П4А, —60 *в* для П4Б, —35 *в* для П4В; —50 *в* для П4Г и П4Д

[5] При температуре корпуса +30°C.
Мощность, отдаваемая в нагрузку, не менее 10 *вт*
Наибольший ток коллектора 5 *а*.
Температура коллекторного перехода +90°C.
Наибольшая мощность рассеивания 30 *вт*.

Таблица 7

Тип прибора	Параметры						Предельно допустимые величины			
	коэффициент усиления по току (β)[1], не менее	обратный ток коллектора $(I_{ко})$[2], не более, *ма*	коэффициент усиления по току $(F_{αe})$[3] на частоте, *кгц*		максимально допустимое напряжение коллектор—эмиттер[4] не менее, *в*	максимально допустимое напряжение коллектор — основание[5] не менее, *в*	падение напряжения эмиттер—коллектор[6], не более, *в*	напряжение на коллекторе в схеме с общим основанием, *в*	напряжение на коллекторе в схеме с общим эмиттером, *в*	ток коллектора, *а*
			100	200						
П201	20	0,4	0,7		22	30	—	—30	—22	1,5
П201А	40	0,4		0,7	22	30	0.5	—30	—22	1,5
П202	20	0.4		0,7	30	45	0,5	—45	—30	1,5
П203	—	0,4		0,7	30	60	0,5	—60	—30	1,5

[1] Измеряется на переменном токе частотой 270 *гц* при токе сигнала не более 100 *мка*.

В схеме с общим эмиттером при напряжении коллектора —20 *в*, токе коллектора 0,1 *а*, с сопротивлением нагрузки не более 5 *ком*.

[2] При напряжении коллектора —20 *в*.

[3] Измеряется в схеме с общим основанием при коротком замыкании в цепи коллектора по переменному току ($R_н = 5$ *ом*).

При напряжении коллектора —20 *в*, токе коллектора 0,1 *а* (ток сигнала не более 100 *мка* на частоте 100 *кгц*).

[4] В схеме с общим эмиттером при токе основания равном 0.

[5] В схеме с общим основанием при токе эмиттера равном 0.

[6] В схеме с общим эмиттером при токе коллектора 1 *а*, токе основания 0,1 *а*.

Обратный ток эмиттера 0,4 *ма*.

Мощность рассеивания на коллекторе без дополнительного теплоотвода 1 *вт*, с дополнительным теплоотводом 10 *вт*.

Температура коллекторного перехода + 100°С.

Таблица 8

Тип прибора	Параметры					Предельно допустимые величины			
	обратный ток коллектора ($I_{ко}$),[1] не более, *мка*	выходная проводимость при разомкнутом входе (h_{22})[2] не более, *мкмо*	выходное сопротивление при разомкнутом входе (h_{11}), не более, *ом*	коэффициент усиления по току при короткозамкнутом входе (h_{21})[3], не менее	коэффициент обратной связи по напряжению (h_{12})	коэффициент шумов[4], не более, *дб*	наибольший ток эмитера, *ма*	наибольшее напряжение коллектора, *в*	наибольшая мощность, рассеиваемая коллектором, *мвт*
П5А	30	3,3	40	0,93	$5\cdot10^{-3}$	10	10	—10	25
П5Б	15	2,6	40	0,95—0,975	$5\cdot10^{-3}$	—	10	—10	25
П5В	15	2,6	40	0,97—0,995	$5\cdot10^{-3}$	—	10	—10	25
П5Г	15	2,6	40	0,97—0,995	$5\cdot10^{-3}$	18	10	—10	25
П5Д	15	2,6	40	0,95—0,975	$5\cdot10^{-3}$	10	10	—10	25

[1] Рабочий режим.

[2] При напряжении коллектора —5 *в*.

[3] Параметры эквивалентного четырехполюсника измеряются на частоте 1 *кгц*.

[4] При напряжении коллектора —1 *в* токе эмитера 0,2 *ма*, на частоте 1 *кгц* (при работе от генератора с внутренним сопротивлением 600 *ом*).

Ток эмитера для всех триодов 1 *ма*.

Напряжение коллектора —2 *в*.

Наибольший ток коллектора 10 *ма*.

Таблица 9

Тип прибора	Параметры						
	обратный ток коллектора $I_{ко}$[1], не более, *мка*	обратный ток эмитера[2], не более ($I_{эо}$), *мка*	выходная проводимость, не более (h_{22}), *мкмо*	коэффициент усиления по току[3] не менее (h_{21})	коэффициент обратной связи по напряжению[3] не более (h_{12})	предельная частота усиления по току (f_{α})[4], не менее, *кгц*	шумовой фактор ($F_{ш}$), *дб*
П13	15	15	3,3	0,92	5 10^{-3}	465	33
П13А	15	15	2,0	0,97	6 10^{-4}	465	33
П13Б	10	10	2,0	0,92	6 10^{-4}	465	12
П14	15	15	3,3	0,95	—	1000	33
П15	15	15	3,3	0,95	—	1600	33

[1] При разомкнутой цепи эмитера и напряжении коллектора —5 *в*.

[2] При разомкнутой цепи коллектора и напряжении эмитера —5 *в*

[3] Схема с общим основанием при напряжении коллектора —5 *в*, токе эмитера 1 *ма*, на частоте 1000 *гц*.

[4] В схеме с общим основанием при напряжении коллектора —5 *в* и токе эмитера 1 *ма*

Емкость коллектора ($C_{к}$) 50 *пф*

Фактор шума ($F_{ш}$) для триодов П13, П13А, П14, П15 33 *дб*, для триода П13Б 12 *дб*.

При напряжении коллектора —5 *в* токе эмитера 1 *ма*, на частоте 465 *кгц*.

В схеме с общим эмитером на частоте 1000 *гц* при сопротивлении источника сигнала 600 *ом*, напряжении коллектора —1,5 *в* ток эмитера равен 0,5 *ма*

У триодов П14, П15 сопротивление основания на ВЧ равняется 150 *ом*.

Для обеспечения длительной работы рекомендуется эксплуатировать триоды при напряжении коллектора не более 10 *в*

Мощность рассеивания на коллекторе 150 *мвт*.

Ток коллектора в режиме усиления 10 *ма*, ток эмитера в режиме усиления 10 *ма*

Таблица 10

Тип прибора	Параметры						
	коэффициент усиления по току при короткозамкнутом выходе (h_{21}) не менее	предельная частота усиления *t*, *кгц*	обратный ток коллектора ($I_{ко}$), не более, *мка*	коэффициент обратной связи по напряжению не более	выходная проводимость при разомкнутом выходе (h_{22}), не более, *мкмо*	емкость коллекторного перехода, не более, *пф*	коэффициент шума, не более, *дб*
П8	0,9	100	30	$5\cdot 20^{-3}$	3,3	65	—
П9	0,9	465	15	$6\cdot 15^{-4}$	2	65	39
П9А	0,94	465	15	$6\cdot 10^{-4}$	2	60	12
П10	0,94	1000	15	$6\cdot 10^{-4}$	2	60	33
П11	0,94	1600	15	$6\cdot 10^{-4}$	2	60	33

Примечания:

Напряжение на коллекторе — 5 *в*

Ток эмитера 1 *ма*.

Наибольшая мощность, рассеиваемая на коллекторе, 150 *Мвт*

Наибольшая температура коллекторного перехода +100°С

Таблица 11

Тип прибора	Параметры				Предельно допустимые величины		
	коэффициент усиления по току	предельная частота генерирования, *Мгц*	емкость коллекторного перехода, *пф*	обратный ток коллектора, *мка*	ток коллектора не более, *ма*	напряжение коллектора, *в*	мощность, рассеиваемая на коллекторе, *мвт*
П401	0,96	30	15	10	10	—10	100
П402	0,96	60	10	5	10	—10	100
П403	0,96	120	6	5	10	—10	100

Таблица 12

Тип прибора	Параметры (схема с общ. осн. *Ик*=5*в*)				Предельно допустимые величины			
	коэффициент усиления по току[1] (h_{21}) не менее	предельная частота усиления по току ($F_{\alpha o}$), не менее, *кгц*	выходная проводимость (h_{22}), не более, *мкмо*	коэффициент шумов, не более, *дб*	мощность, рассеиваемая на коллекторе без дополнительного теплоотвода, *мвт*	напряжение на коллекторе, *в*	ток коллектора, *ма*	ток эмиттера, *ма*
П101	0,9	200	3,3	—	150	+20	20	20
П101А	0,9	200	3,3	18	150	+10	20	20
П102	0,93	465	2,0	—	150	+10	20	20
П103	0,9	1000	3,3	—	150	+10	20	20

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
А. Трубицын. Любительский магнитофон . . .	3
Е. Комаров. Расчет выходных трансформаторов .	10
Э. Борноволоков. Как пользоваться характеристиками электронных ламп	30
А. Черников. Припои и флюсы :	41
Полупроводниковые диоды и триоды	50

Коллектив авторов

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Выпуск 8

Редактор *А. А. Васильев* Техн. редактор *М. С. Карякина*
Художеств. редактор *Б. А. Васильев* Корректор *К. А. Мешкова*

Г-50491 Сдано в набор 30/XII—58 Подписано к печати 12/VI—59
Бумага 84×108 1/32 2,0 физ. п. л.=3,28 усл. п. л. Уч.-изд. л.=3,325
Изд. № 2/1465 Цена 1 руб. Тираж 180 000 экз.
Издательство ДОСААФ, Москва, Б-66, Ново-Рязанская ул., д. 26

Типография Изд-ва ДОСААФ, г. Тушино. Зак. 216

Цена 1 руб.